

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

**Návrh úprav na křižovatce Výstavní - Halasova v Ostravě -
Vítkovicích**

*Design of Modifications of Intersection Výstavní - Halasova in
Ostrava - Vítkovice*

Student:

Martin Míček

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Ostrava 2011

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Míček**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie
Specializace: 10 Dopravní technika
Téma: **Návrh úprav na křižovatce Výstavní - Halasova v Ostravě-Vítkovicích**
Design of Modifications of Intersection Výstavní - Halasova in Ostrava-Vítkovice

Zásady pro vypracování:

Cíl: V práci budou provedeny potřebné dopravní průzkumy dopravních proudů na křižovatce Výstavní - Halasova v Ostravě-Vítkovicích. Dále bude provedena analýza dopravní nehodovosti a konfliktních situací. Cílem práce je provést variantní návrh úprav organizace a řízení na této křižovatce za účelem zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu (např. návrh okružní nebo řízené křižovatky apod.). Návrhy budou podloženy potřebnými kapacitními výpočty a výkresovou dokumentací. U všech variant bude provedeno ověření průjezdnosti vlečnými křivkami v programu AutoTURN a simulace provozu v programu PTV VISSIM.

Osnova:

1. Úvod
2. Popis dané křižovatky, provedení dopravních průzkumů
3. Analýza dopravní nehodovosti
4. Variantní návrhy úprav na křižovatce (kapacitní výpočty, výkresová dokumentace)
5. Ověření průjezdnosti křižovatky vlečnými křivkami a provedení simulace
6. Zhodnocení návrhů a výběr nejvhodnějšího návrhu
7. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1
2. Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy II.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8
3. *Technické podmínky TP 81 – Zásady pro navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích.* 2. vyd., Brno: Centrum dopravního průzkumu Brno, 2006, 124 s. ISBN 80-86502-30-9
4. *Technické podmínky TP 135 – Projektování okružních křižovek na silnicích a místních komunikacích.* Ostrava: V-projekt, Ministerstvo dopravy ČR, 2005
5. *Technické podmínky TP 188 – Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovek.* Liberec: EDIP. Nakladatelství Koura publishing. 2007, 64 s. ISBN 978-80-902527-6-9
6. ČSN 73 6102 *Projektování křižovek na pozemních komunikacích*

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě : 23.5.2011



podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 23.5.2011



podpis

Jméno a příjmení autora práce: Martin Míček

Adresa trvalého pobytu autora práce: J. Maluchy 103/227 Ostrava - Dubiny, 700 30

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Míček, M. *Návrh úprav na křižovatce Výstavní - Halasova v Ostravě - Vítkovicích: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2011, . Vedoucí práce: Křivda, V.

Bakalářská práce obsahuje návrh okružní křižovatky a světelného signalizačního zařízení včetně výkresové dokumentace. V úvodní části práce je proveden popis a dopravní průzkum křižovatky. V další části práce jsou provedeny návrhy okružní křižovatky a světelného signalizačního zařízení. Závěrečná část obsahuje zhodnocení a výběr nejvhodnějšího návrhu.

ANOTATION OF BACHELOR THESIS

Míček, M. *Design of modificaton of Intersection Výstavní - Halasova in Ostrava - Vítkovice: Bachelor thesis*. Ostrava: VŠB - Technical university of Ostrava, Faculty of Mechanical Engeneering, Institute of Transport, 2011, p. Thesis head: Křivda, V.

Bachelor's thesis includes layout of traffic circle and traffic lights, including drawings. In the first part of the thesis consist of decription and direction survey. Next parts contains proposals of the roundabout and the traffic lights. The final section contains the evaluation and selection of the best design.

Obsah

	Strana
1. Úvod.....	10
2. Popis dané křižovatky, provedení dopravních průzkumů.....	11
2.1. Popis křižovatky ulic Výstavní – Halasova v Ostravě – Vítkovicích.....	11
2.2. Dopravní průzkum.....	13
2.2.1. Dopravní průzkum na křižovatce Výstavní - Halasova.....	13
2.2.1.1. Vyhodnocení dopravního průzkumu.....	14
2.2.1.2. Hodnoty směrového dopravního průzkumu.....	14
2.2.1.3. Stanovení špičkové hodiny.....	14
2.2.1.4. Hodnoty směrového dopravního průzkumu pro špičkovou hodinu.....	15
2.2.1.5. Skladba dopravního proudu špičkové hodiny.....	15
2.2.1.6. Grafické vyhodnocení dopravního průzkumu pro špičkovou hodinu....	16
3. Analýza dopravní nehodovosti a konfliktních situací.....	18
3.1. Analýza dopravní nehodovosti.....	18
3.1.1. Analýza dopravní nehodovosti České republiky.....	18
3.1.2. Analýza dopravní nehodovosti města Ostravy	19
3.1.3. Analýza dopravní nehodovosti křižovatky Výstavní - Halasova.....	20
3.2. Analýza konfliktních situací.....	21
3.2.1. Analýza konfliktních situací - Folprechtova videoanalýza.....	21
3.2.2. Vyhodnocení konfliktních situací na křižovatce Výstavní -Halasova.....	22
4. Variantní návrhy úprav na křižovatce.....	24
4.1. Návrhové intenzity pro křižovatku Výstavní - Halasova.....	24
4.2. Návrh okružní křižovatky	24
4.2.1. Definice a terminologie.....	25
4.2.2. Kolizní body čtyřramenné okružní křižovatky.....	27
4.2.3. Zásady návrhu okružní křižovatky.....	28
4.2.4. Návrh okružní křižovatky Výstavní - Halasova.....	29
4.2.5. Výpočty pro okružní křižovatku.....	29
4.2.5.1. Kapacita vjezdu podle metody Brilona a Stuweho.....	29
4.2.5.2 Kapacita vjezdu podle metody EPFL.....	35
4.2.5.3 Kapacita vjezdu podle metody VSS.....	41
4.2.5.4. Srovnání hodnot rezerv jednotlivých vjezdů	44
4.3. Návrh světelného signalizačního zařízení.....	45
4.3.1. Základní pojmy.....	45

4.3.2. Zásady pro navrhování světelného signalizačního zařízení.....	48
4.3.3. Popis navržených úprav křižovatky pro SSZ	49
4.3.4 Výpočet světelného signalizačního zařízení.....	49
4.3.4.1. Fázové schéma.....	50
4.3.4.2. Výpočet mezičasů.....	50
4.3.4.3. Určení mezičasů pro jednotlivé kombinace fází.....	57
4.3.4.5. Volba optimálního pořadí fází.....	57
4.3.4.6. Výpočet SSZ - Metoda saturovaného toku.....	58
4.3.4.7. Vyhodnocení metody.....	63
5. Ověření průjezdnosti křižovatky vlečnými křivkami a provedení simulace.....	64
6. Zhodnocení návrhů a výběr nejvhodnějšího návrhu.....	64
7. Závěr.....	67
8. Seznam literatury.....	69
9. Seznam příloh.....	70

Seznam použitých zkratk a symbolů

<i>Zkratka</i>	<i>Význam</i>
a.s.	akciová společnost
MHD	městská hromadná doprava
SSZ	světelné signalizační zařízení
j.v.	jednotková vozidla
j.v./h	jednotkové vozidlo za hodinu
TP	technické podmínky

<i>Symbol</i>	<i>Význam</i>	<i>Jednotka</i>
α	faktor zohledňující geometrické poměry křižovatky	[-]
a	podélný sklon stoupání	[%]
A,B	koeficienty okružní křižovatky	[-]
A_{LGe}	stupeň vytížení.	[m]
b	vzdálenost mezi kolizními body	[m]
C	délka cyklu	[s]
C_A	kapacita vjezdu	[j.v./h]
C_w	průměrné zdržení na vjezdu.	[s]
f	podíl odbočujících jednotkových vozidel	[j.v./h]
I	intenzita dopravního proudu	[j.v./h]
K	kapacita vjezdu	[j.v.]
k_{obl}	koeficient oblouku.	[-]
k_{PROG}	prognózový koeficient	[-]
k_{skl}	koeficient sklonu,	[-]
L_A	délka čekací fronty	[m]
L_e	kapacita vjezdu,	[j.v./h]
L_n	najížděcí dráha silničního vozidla	[m]
L_{voz}	délka osobního automobilu	[m]
M	intenzita dopravního proudu	[j.v./h]
Qa	intenzita dopravního proudu	[j.v./h]

Q_e	intenzita vozidel	[j.v./h]
Q_K	intenzita dopravního proudu	[j.v./h]
R	rezerva	[j.v./h]
Rez	rezerva kapacity	[%]
S	saturovaný tok vjezdu,	[j.v./h]
t_b	bezpečnostní doba	[s]
t_m	mezičas pro kolizní směry	[s]
t_{mskut}	skutečná doba mezičasu	[s]
t_n	najížděcí doba směru	[s]
t_v	vyklizovací doba	[s]
t_{wa}	střední čekací doba	[s]
v_n	najížděcí rychlost	[m/s]
y	stupeň saturace	[-]
z	doba zeleného signálu	[s]

1. Úvod

Doprava plní jednu z nejdůležitějších rolí při zprostředkování kontaktů mezi jednotlivými státy a národy, spojuje mezi sebou lidi z celé planety. Zpočátku doprava lidem umožňovala překonávat vzdálenosti, postupem času se stala jednou z nejrozšířenějších činností na světě [1] .

Nejmladším druhem dopravy je silniční doprava. Silniční doprava patří v současné době ve všech ekonomicky rozvinutých a rozvíjejících se státech k nejprogresivněji se rozvíjejícím oborům. Jejímí základními přednostmi je relativní rychlost, dostupnost, operativnost, rychlá přizpůsobivost a schopnost bezproblémově realizovat systém přepravy. Silniční doprava se používá také jako alternativní doprava při poruchách jiného druhu dopravy. Využívá velmi husté dopravní sítě, jejíž rozhodující část budovaly státy po staletí. Výstavba veřejných komunikačních sítí je stejně stará jako historie stavby měst, neboť ulice, náměstí a veřejné prostory sloužily odedávna k dopravě osob a nákladů [1].

Silniční doprava má také mnoho záporů spojených se znečišťováním ovzduší, hlukem vznikajícím při provozu dopravních prostředků, hlukem způsobeným při výstavbě a údržbě dopravní sítě a v neposlední řadě bezpečnosti na pozemních komunikacích. Z hlediska bezpečnosti můžeme silniční dopravu označit za nejnebezpečnější druh dopravy. Nepopulární první příčku si tento druh dopravy vysloužil díky dopravním nehodám. Dopravní nehodovost je v České republice jedním z nejzávažnějších problémů. Dopravní nehody jsou z velké části způsobeny lidským faktorem. Dalším faktorem vzniku dopravních nehod je špatný technický stav pozemních komunikací, povětrnostní podmínky a špatné řízení a organizace dopravního provozu. Jako lze ovlivnit lidský faktor různými kampaněmi, např.: Nemyslíš zaplatíš, tak i organizaci a řízení dopravního provozu můžeme ovlivnit vhodnými stavebními úpravami. Nejvhodnějšími a nejrozšířenějšími úpravami, které vedou ke snížení dopravní nehodovosti, jsou instalace fyzických a psychologických zábran na pozemní komunikaci. Mezi tyto zábrany řadíme okružní křižovatky, světelné a signalizační zařízení, příčné zpomalovací prahy a mnoho dalších prvků.

Tato bakalářská práce se bude zabývat vhodnými úpravami organizace a řízení křižovatky Výstavní – Halasova. Tyto úpravy budou prováděny za účelem zvýšení plynulosti provozu a snížení počtu dopravních nehod a konfliktních situací dané křižovatky.

2. Popis dané křižovatky, provedení dopravních průzkumů

Vítkovice jsou od 24. listopadu 1990 jedním z 23. samostatných městských obvodů města Ostravy a nacházejí se v jejím středu. Celková rozloha je vyměřena na 6,48 km². Na tomto území bylo k datu 31. 6. 2010 evidováno 8 057 obyvatel [2]. Ve Vítkovicích můžeme nalézt také historické památky. Mezi tyto památky řadíme např. dolní oblast Vítkovic, kostel Svatého Pavla a vítkovickou radnici (viz obrázek č. 1.)



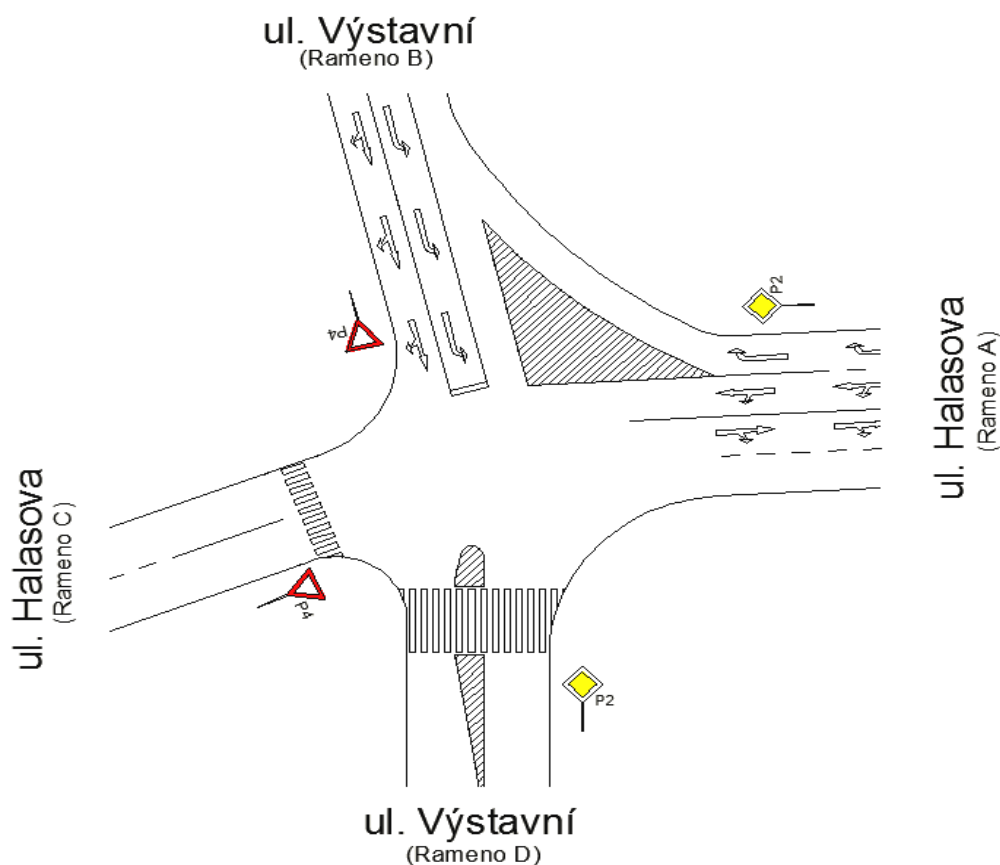
Obrázek č. 1. - Historické památky Vítkovic [3]

2.1. Popis křižovatky ulic Výstavní – Halasova v Ostravě – Vítkovicích

Křižovatka ulic Výstavní – Halasova se nachází v městské části Ostrava - Vítkovice. Z hlediska organizace a řízení dopravy se jedná o křižovatku stykovou, průsečnou a neřízenou se čtyřmi rameny. Přednost v jízdě je upravena pomocí svislých a vodorovných značek. Hlavní komunikace je vedena z ulice Halasova (rameno A) na ulici Výstavní (rameno D) a vedlejší komunikace jsou ulice výstavní (rameno B) a ulice Halasova (rameno C) (viz obrázek č. 2 a č. 3).



Obrázek č.2 - Křižovatka Výstavní - Halasova [4]



Obrázek č. 3. - Schéma křižovatky Výstavní - Halasova

Křižovatka se nachází v blízkosti rychlostních komunikací R56 (Místecká) a silnice I. třídy I/11 (Rudná) (viz příloha č. I - A). Z tohoto vyplývá větší zatížení křižovatky osobní, nákladní, městskou a meziměstskou autobusovou dopravou. Zvýšené zatížení křižovatky jednotlivými druhy dopravy je také důsledkem umístění zájmových bodů v blízkosti křižovatky. Zájmové body umístěné v blízkosti křižovatky: Vítkovická nemocnice a.s., strojní podniky Vítkovice power engineering a.s, Evraz Vítkovice steel, a.s., Třinecké železárny a.s. (provozovna válcovna trub), ČEZ Energetické služby s.r.o., stanice dopravní policie, nákupní centrum Futurum a mnoho dalších.

Z důvodu umístění autobusových zastávek Vítkovice nemocnice, Náměstí Jiřího z Poděbrad, Dopravní inspektorát, je křižovatka využívána autobusy MHD. K obsluze těchto autobusových zastávek využívá MHD tyto linky: 24, 25, 39, 50, 57. [5]

2.2. Dopravní průzkum

Dopravní průzkumy můžeme označit za prvotní a základní činnost, která je nezbytná při dopravním plánování, projektování a modernizaci pozemních komunikací. Pomocí dopravních průzkumů zjišťujeme obecně počty dopravních prostředků, chodců či jiných účastníků dopravního provozu, jenž svým provozem zatěžují pozemní komunikaci nebo dopravní plochu tj. intenzitu provozu. Intenzita provozu udává počet dopravních jednotek, které projedou určitým příčným profilem komunikace v jednom směru za zvolené časové období I [voz./h; chodců/h]. Dále při dopravních průzkumech sledujeme složení dopravního proudu, tzn. zastoupení jednotlivých druhů dopravních prostředků v dopravním proudu [6].

2.2.1. Dopravní průzkum na křižovatce Výstavní - Halasova

Na křižovatce Výstavní - Halasova byl proveden směrový dopravní průzkum, při kterém bylo sledováno odkud a kam směřují dopravní proudy, jakou mají intenzitu a složení. Pro získání potřebných dat byl pořízen videozáznam o délce 120 min.

Při dopravních průzkumech, kterými zjišťujeme počty vozidel, se obvykle skutečná vozidla přepočítávají na tzv. jednotková vozidla (j.v.). Jednotkové vozidlo je srovnávací jednotka, která vyjadřuje vliv různých druhů vozidel v dopravním proudu. Je reprezentováno průměrným osobním automobilem, na jehož jízdní vlastnosti a rozměry se ostatní vozidla přepočítávají pomocí přepočtových koeficientů [6].

Přepočtové koeficienty nejsou striktně dány a každý dopravní inženýr si je volí sám. Tyto přepočtové koeficienty se obvykle pohybují v rozmezí (0,5 - 3). Osobní automobil je brán jako jedno j.v.. Pro účely této bakalářské práce byly zvoleny přepočtové koeficienty dle TP 188. Přepočtové koeficienty jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1. - Přepočtové koeficienty dle TP 188 [7]

Druh vozidla	Přepočtový koeficient (j.v.)
Jízdní kolo	0,5
Motocykl	0,8
Osobní vozidla, Dodávka	1
Nákladní vozidlo, Autobus	1,5
Jízdní souprava, Kloubový autobus	2

Z hlediska kapacitních výpočtů je přínosné a pro výpočet zjednodušující, máme-li sledovaný dopravní proud stejného složení. V praxi je nemožné tohoto ideálního stavu dosáhnout a tudíž je nutné provést tento přepočet na j.v. [8].

2.2.1.1. Vyhodnocení dopravního průzkumu

Na základě zjištěných hodnot intenzit dopravního proudu a skladby dopravního proudu, které byly získány při směrovém dopravním průzkumu, byl proveden přepočet skutečných vozidel na j.v. Dále byla stanovena špičková hodina, na jejímž základě byly sestaveny výsledné hodnoty dopravního průzkumu do tabelární a grafické podoby (viz příloha č. I-B).

2.2.1.2. Hodnoty směrového dopravního průzkumu

Hodnoty směrového dopravního průzkumu uvedené v tabulce č. 2 jsou vyhodnoceny a přepočteny pomocí přepočtových koeficientů pro celou délku videozáznamu.

Tabulka č. 2. - Hodnoty dopravního průzkumu

Druh silničního vozidla	Intenzita [voz./2h]	Přepočtový koeficient [-]	Intenzita [j.v./2h]
Osobní automobil	2584	1	2584
Dodávkový automobil	210	1	210
Nákladní automobil	139	1,5	208,5
Autobus	109	1,5	163,5
Jízdní souprava	34	2	68
Motocykl	20	0,8	16
Cyklista	7	0,5	3,5
Σ	3103		3253,5

2.2.1.3. Stanovení špičkové hodiny

Špičková hodina byla stanovena z důvodu zjištění největší hodinové intenzity dopravního provozu, která zatěžuje křižovatku Výstavní - Halasova. Dvouhodinový videozáznam byl rozdělen na patnácti minutové sekvence. V těchto sekvencích byl proveden dopravní průzkum. Intenzity jednotlivých sekvencí byly sčítány do celku o délce jedné hodiny. Hodina s největší hodnotou intenzity dopravního proudu byla stanovena jako špičková hodina. Sestavení špičkové hodiny je znázorněno v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3. - Stanovení špičkové hodiny

Sekvence [min.]	0 - 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60	60 - 75	75 - 90	90 - 105	105 - 120	Intenzita I [j.v./h]
Počet j.v. v sekvenci	476,3	449	402,9	375,1	398,3	421,9	375,1	354,9	
14:00 - 15:00	476,3	449	402,9	375,1	x	x	x	x	1703,3
14:15 - 15:15	x	449	402,9	375,1	398,3	x	x	x	1625,3
14:30 - 15:30	x	x	402,9	375,1	398,3	421,9	x	x	1598,2
14:45 - 15:45	x	x	x	375,1	398,3	421,9	375,1	x	1570,4
15:00 - 16:00	x	x	x	x	398,3	421,9	375,1	354,9	1550,2

Z tabulky č. 3. vyplývá, že špičková hodina byla stanovena mezi 14:00 - 15:00 hod.

2.2.1.4. Hodnoty směrového dopravního průzkumu pro špičkovou hodinu

Hodnoty směrového dopravního průzkumu uvedené v tabulce č. 4 jsou vyhodnoceny a přepočteny pomocí přepočtových koeficientů pro stanovenou špičkovou hodinu.

Tabulka č. 4. - Hodnoty směrového dopravního průzkumu pro špičkovou hodinu

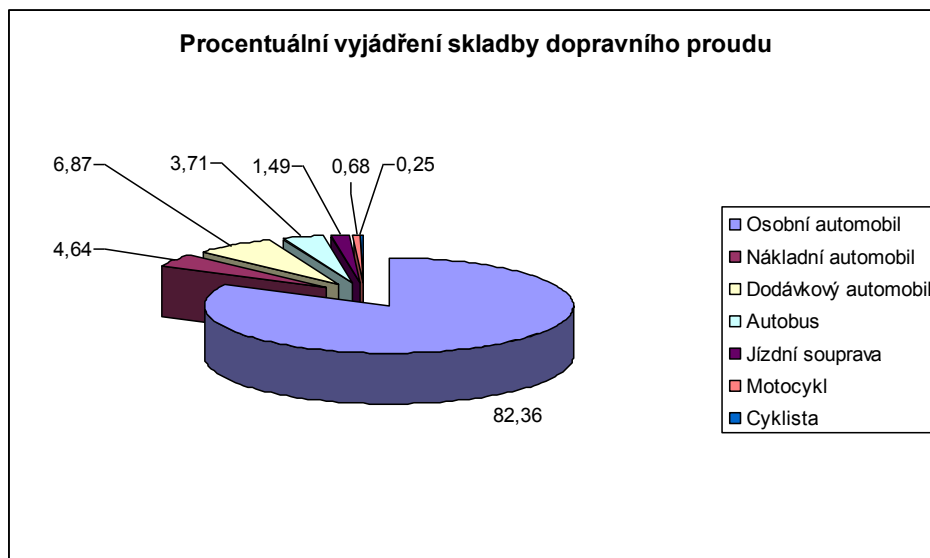
Druh silničního vozidla	Intenzita [voz./h]	Přepočtový koeficient	Intenzita [j.v./h]
Osobní automobil	1331	1	1331
Nákladní automobil	75	1,5	112,5
Dodávkový automobil	111	1	111
Autobus	60	1,5	90
Jízdní souprava	24	2	48
Motocykl	11	0,8	8,8
Cyklista	4	0,5	2
Σ	1616		1703,3

2.2.1.5. Skladba dopravního proudu špičkové hodiny

Skladba dopravního proudu vyjadřuje podíl jednotlivých druhů dopravních prostředků v dopravním proudu [6]. Ze směrového dopravního průzkumu provedeného na křižovatce Výstavní - Halasova vyplývá, že dopravní proud se skládá z osobních automobilů, nákladních automobilů, dodávkových automobilů, autobusů, jízdních souprav, motocyklů a cyklistů. Skladba dopravního proudu špičkové hodiny je uvedena v tabulce č. 5 a znázorněna v grafu č. 1.

Tabulka č. 5. - Skladba dopravního proudu špičkové hodiny

Druh silničního vozidla	Intenzita [voz./h]	Procentuální vyjádření skladby dopravního proudu [%]
Osobní automobil	1331	82,4
Nákladní automobil	75	4,6
Dodávkový automobil	111	6,9
Autobus	60	3,7
Jízdní souprava	24	1,5
Motocykl	11	0,7
Cyklista	4	0,2
Σ	1616	100,0



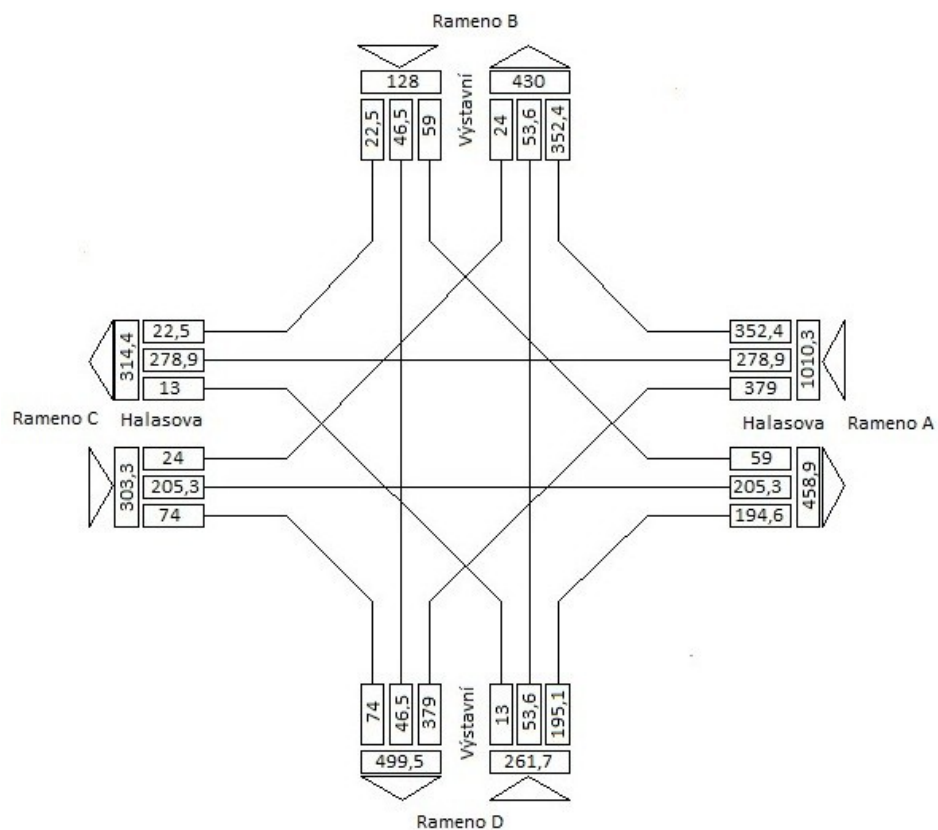
Graf č. 1. - Skladba dopravního proudu špičkové hodiny

2.2.1.6. Grafické vyhodnocení dopravního průzkumu pro špičkovou hodinu

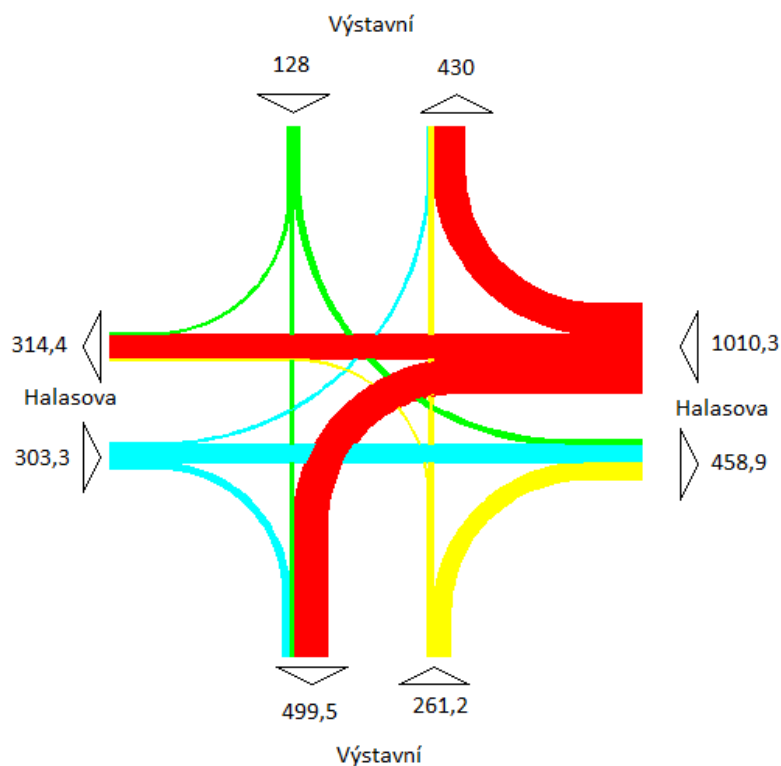
Na základě směrových dopravních průzkumů a průzkumů dopravních intenzit dopravních proudů sestavujeme výsledné hodnoty nejen do tabelární podoby, ale také vhodně do grafické podoby. Grafická podoba je přehlednější a názornější. Pro grafické vyhodnocení se používají tzv. kartogramy a pentlogramy [8].

Kartogramy jsou grafy znázorňující všechny směry, které účastníci dopravního provozu mohou využít a jaké intenzity dopravního proudu zatěžují příslušné vjezdy a výjezdy (viz obrázek č. 4).

Pentlogramy jsou grafy, kde šířka pentlí odpovídá naměřené intenzitě dopravního proudu (viz obrázek č. 5).



Obrázek č. 4. - Kartogram křižovatky Výstavní - Halasova (intenzity vozidel v j.v./h)



Obrázek č. 5. - Pentlogram křižovatky Výstavní - Halasova (intenzity vozidel v j.v./h)

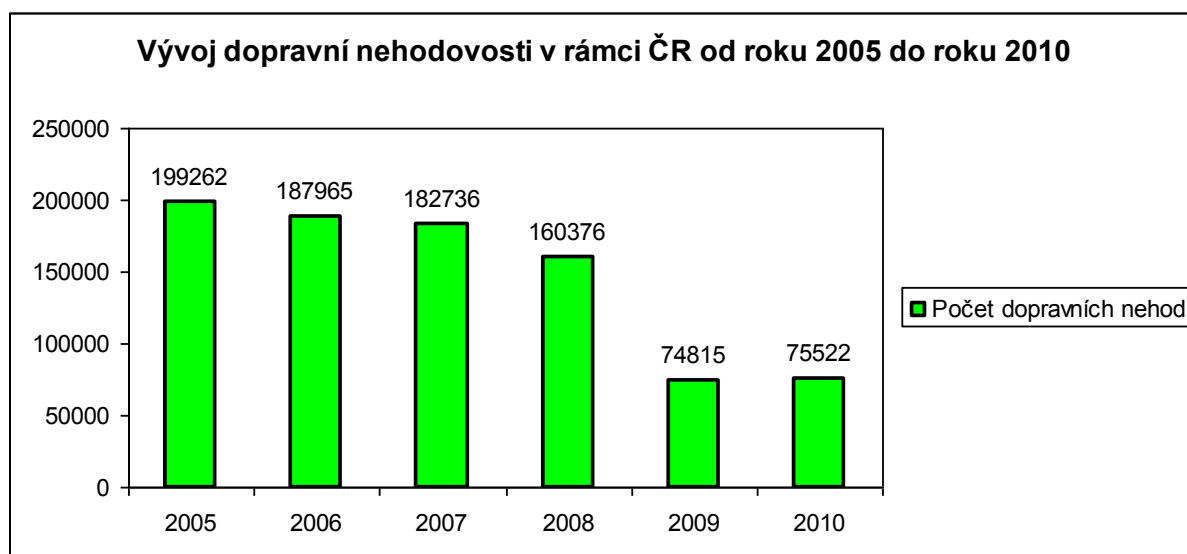
3. Analýza dopravní nehodovosti a konfliktních situací

3.1. Analýza dopravní nehodovosti

Dopravní nehoda je událost na pozemní komunikaci, při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu [6].

3.1.1. Analýza dopravní nehodovosti České republiky

V období let 2005 – 2010 bylo policií České republiky v rámci ČR šetřeno celkem 880 676 dopravních nehod. Při těchto nehodách bylo ročně v průměru usmrceno 1 157 osob, těžká zranění utrpělo 4 503 osob a lehká zranění utrpělo 29 550 osob. Celkové hmotné škody byly vyčísleny na 40 077,4 mil. Kč [9].

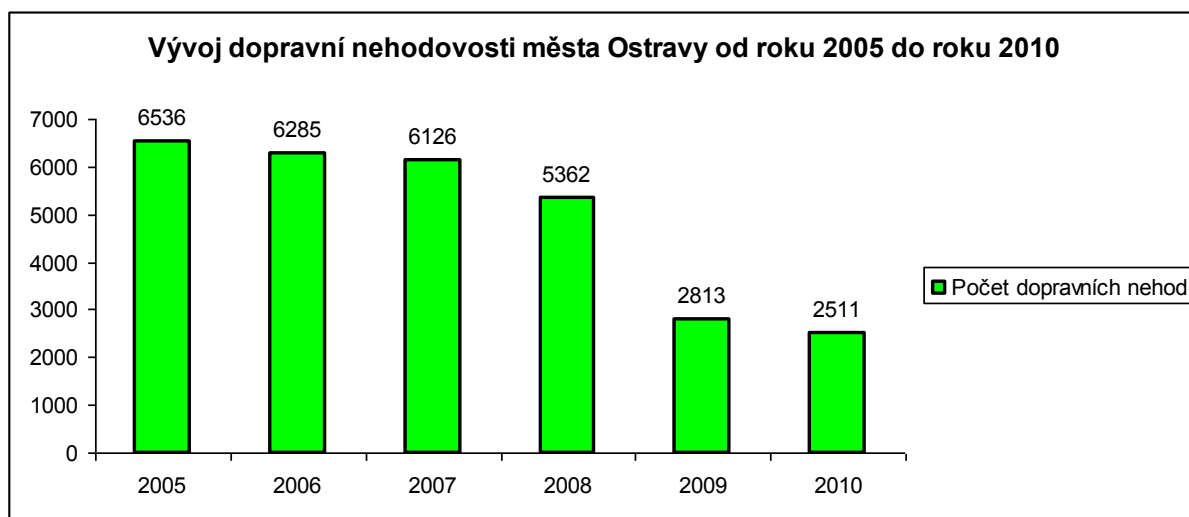


Graf č. 2. - Vývoj dopravní nehodovosti ČR od roku 2005 do roku 2010 [9]

Od 1. ledna 2009 vstoupila v platnost novela zákona o silničním provozu, která navýšila hranici pro ohlašování dopravních nehod policii ČR z částky 50 000 Kč na částku 100 000 Kč. Proto je pokles počtu dopravních nehod pro roky 2009 a 2010 oproti jiným rokům tak značný.

3.1.2. Analýza dopravní nehodovosti města Ostravy

V letech 2005 - 2010 bylo na ostravských komunikacích policií ČR šetřeno 29633 dopravních nehod. Při těchto nehodách bylo v průměru ročně usmrceno 17 osob, těžké zranění utrpělo 54 osob a lehká zranění utrpělo 686 osob. Celkové hmotné škody byly vyčísleny na 1 220,25 mil. Kč [10].



Graf č. 3. - Vývoj dopravní nehodovosti města Ostravy od roku 2005 do roku 2010 [10]

Tabulka č. 6. - Srovnání počtu dopravních nehod a jejich následků

Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Celkový počet dopravních nehod:	6536	6285	6126	5362	2813	2511
Usmrceno osob:	18	14	17	8	13	15
Těžce zraněno osob:	55	57	51	29	32	47
Lehce zraněno osob:	704	595	549	525	500	556
Hmotná škoda (mil. Kč.)	248,6	247,7	246,83	210,1	139,74	127,38

Nejčastější příčinou dopravních nehod v Ostravě v roce 2010 bylo nesprávné couvání a otáčení - 376 dopravních nehod. Druhou nejčastější příčinou bylo vyhýbání se bez dostatečné boční vůle - 344 dopravních nehod. Třetí příčinou je nepřizpůsobení rychlosti - 329 nehod. Čtvrtou příčinou je nedání přednosti v jízdě - 312 nehod a pátou příčinou je nedostatečné věnování se řízení - 303 nehod. Největší nárůst dopravních nehod byl zaznamenán u agresivní a bezohledné jízdy [10]. Srovnání počtu dopravních nehod podle příčiny dopravních nehod pro rok 2009 a rok 2010 uvádí tabulka č. 7.

Tabulka č. 7. - Srovnání počtu dopravních nehod podle příčiny pro roky 2009 a 2010

Příčina dopravní nehody	Rok 2009		Rok 2010	
	Počet nehod	Podíl v %	Počet nehod	Podíl v %
Nedání přednosti v jízdě	389	13,83	312	12,43
Nepřizpůsobení rychlosti	312	11,09	329	13,10
Nesprávné předjíždění (vč.přejíždění z pruhu)	94	3,34	55	2,19
Kolize s chodcem	171	6,08	157	6,25
Nedodržení bezpečné vzdálenosti	314	11,16	172	6,85
Jízda po nesprávné straně, vjetí do protisměru	62	2,20	43	1,71
Vyhýbání bez dostatečné boční vůle	234	8,32	344	13,70
Nesprávné otáčení nebo couvání	498	17,70	376	14,97
Chyby při udání směru jízdy	43	1,53	46	1,83
Bezohledná, agresivní, neohleduplná jízda	38	1,35	101	4,02
Řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	397	14,11	303	12,07
Samovolné rozjetí nezajištěného vozidla	18	0,64	12	0,48
Nezvládnutí řízení vozidla	199	7,07	143	5,69
Ostatní	44	1,56	118	4,70
Σ	2813	100,00	2511	100,00

3.1.3. Analýza dopravní nehodovosti křižovatky Výstavní - Halasova

Na křižovatce Výstavní – Halasova v Ostravě – Vítkovicích od roku 2005 do roku 2009 bylo policií ČR řešeno celkem 29 dopravních nehod. Počet nehod a jejich následky jsou uvedeny v tabulce č. 8. Při těchto dopravních nehodách nebylo evidováno smrtelné ani těžké zranění. Lehká zranění utrpěly 2 osoby. Hmotné náklady byly vyčísleny na 1818100 Kč (viz příloha I-C). Nejčastější příčinou dopravních nehod je nedání přednosti v jízdě - 22 nehod. Další příčiny vzniku dopravních nehod jsou nedodržení bezpečné vzdálenosti - 2 nehody, nedostatečná pozornost - 1 nehoda a jiná příčina - 4 nehody [11].

Tabulka č. 8. - Dopravní nehodovost na křižovatce Výstavní - Halasova

Rok	Počet dopravních nehod	Smrtelná zranění	Těžká zranění	Lehká zranění	Hmotná škoda [tis.Kč]
2005	4	0	0	0	565,1
2006	5	0	0	2	181
2007	7	0	0	0	445
2008	10	0	0	0	447
2009	3	0	0	0	180
Σ	29	0	0	2	1818,1

3.2. Analýza konfliktních situací

Konfliktní situace je takový okamžik a situace v silničním provozu, kdy vzniká pro některé účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí. Každá dopravní nehoda je důsledkem příslušné konfliktní situace, kdy se nepodařilo míru nebezpečí střetu vozidla odvrátit. Na základě pozorování a analýzy konfliktních situací můžeme učinit vhodná opatření, která by vedla ke snížení počtu konfliktních situací a zvýšení bezpečnosti dopravního provozu [8].

3.2.1. Analýza konfliktních situací - Folprechtova videoanalýza

Pro analýzu konfliktních situací byla zvolena Folprechtova videoanalýza konfliktních situací v silničním provozu. Princip metody spočívá v pořízení a vyhodnocení videozáznamu. Vyhodnocené data se označují příslušnými klasifikačními symboly a jsou zakresleny do schématického plánu křižovatky. Výhoda této metody spočívá v možnosti analyzovat pořízený videozáznam v klidu kanceláře.

Klasifikační symbol se skládá ze tří symbolů. První symbol uvádí klasifikaci podle účastníků konfliktu (viz tabulka č. 9). Druhý symbol uvádí klasifikaci podle způsobu konfliktu (viz tabulka č. 10). Třetí symbol uvádí klasifikaci podle závažnosti konfliktu (viz tabulka č. 11).

Tabulka č. 9. - Klasifikace podle účastníků konfliktu (symbol 1) [12]

Kategorie	Označení
Chodec	1
Automobil	2
Tramvaj	3
Chodec x automobil	4
Chodec x tramvaj	5
Automobil x automobil	6
Automobil x tramvaj	7
Tramvaj x tramvaj	8
Jiné	9

Tabulka č. 10. - Klasifikace podle způsobu konfliktu (symbol 2) [12]

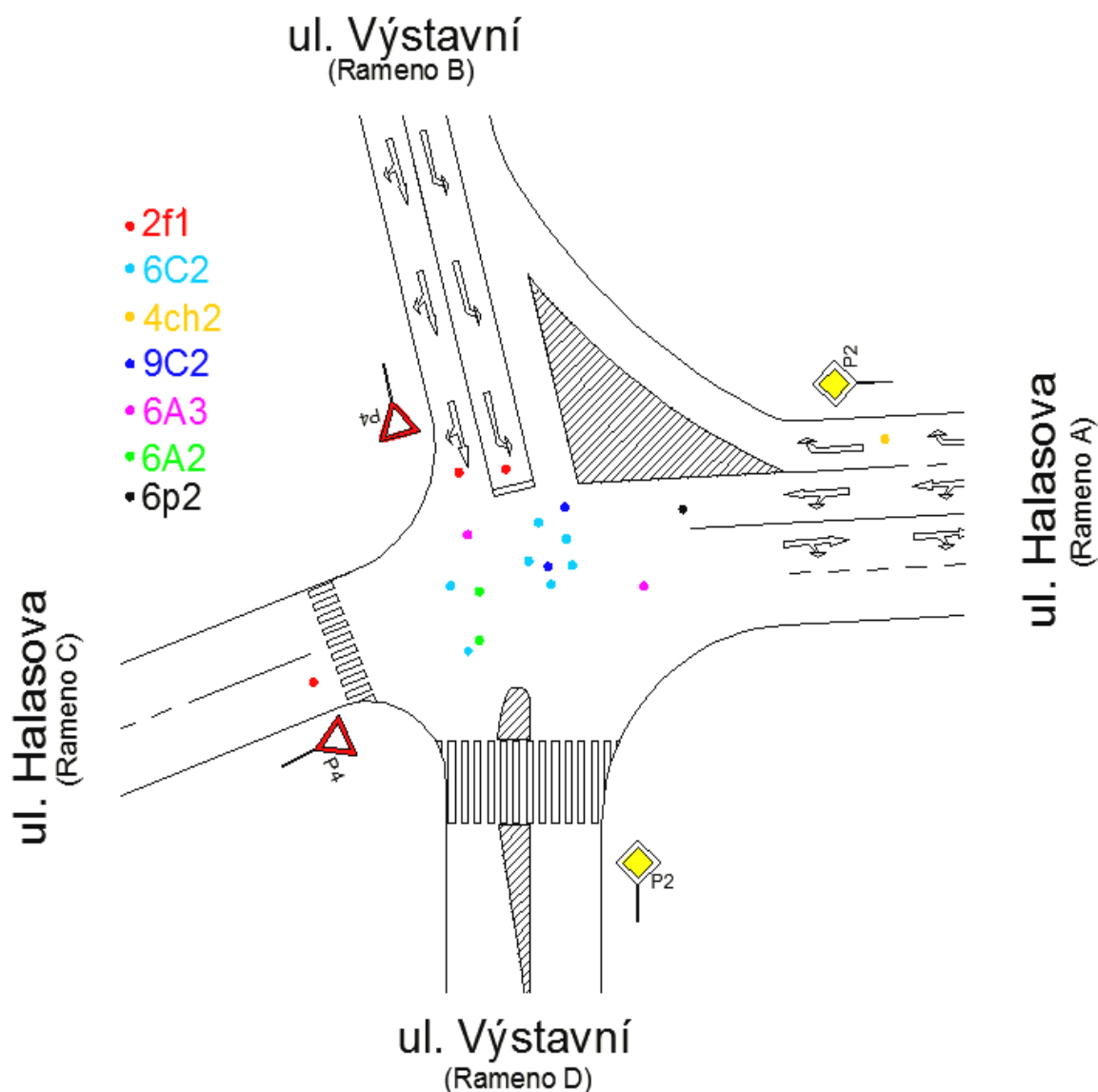
Kategorie	Označení
Možnost střetu s příčně jedoucím	... A ...
Možnost střetu s protijedoucím	... B ...
Možnost střetu ve stykovém bodě	... C ...
Možnost střetu najetím zezadu	... D ...
Možnost střetu se souběžně jedoucím	... E ...
Možnost střetu vlivem park. manévru	... P ...
Možnost střetu vlivem otáčení	... O ...
Vjezd na červenou	... č ...
Zavinil chodec	... ch ...
Zavinilo vozidlo	... v ...
Agresivita	... a ...
Pasivita	... p ...
Vlivem fronty na křižovatce	... f ...

Tabulka č. 11. - Klasifikace podle závažnosti konfliktu (symbol 3) [12]

Kategorie	Označení
Konfliktní situace bez reakce 1
Konfliktní situace bez násilné reakce 2
Konfliktní situace s ostrou reakcí 3
Dopravní nehoda 4

3.2.2. Vyhodnocení konfliktních situací na křižovatce Výstavní - Halasova

Pro analýzu byl použit videozáznam, který byl pořízen při dopravním průzkumu. Samotná analýza konfliktních situací byla provedena pro stanovenou špičkovou hodinu. Po vyhodnocení videozáznamu byla sestavena tabulka všech konfliktních situací. V tabulce jsou zaznamenány časy, kdy konfliktní situace nastala a příslušné klasifikační symboly pro dané konfliktní situace (viz příloha I-D). Schéma konfliktních situací je zobrazeno na obrázku č. 6.



Obrázek č. 6. - Schéma konfliktních situací na křižovatce Výstavní - Halasova

Z analýzy je zřejmé, že na křižovatce Výstavní - Halasova se vyskytují nejčastěji dva případy konfliktních situací. Prvním případem je konfliktní situace označená klasifikačním symbolem 6C2. Jedná se o situace, kdy vozidla nerespektují přednost v jízdě. Dalším případem je konfliktní situace označená klasifikačním symbolem 2f1. Jedná se o situace, kdy se tvoří na vedlejších pozemních komunikacích Výstavní (rameno B) a Halasova (rameno C) dopravní fronty s dlouhou čekací dobou. Tyto situace spolu souvisejí. Vozidla stojící ve frontě na vedlejších pozemních komunikacích vlivem dlouhé čekací doby vjíždějí do křižovatky, aniž by daly přednost vozidlům s předností v jízdě.

4. Variantní návrhy úprav na křižovatce

Na základě analýz dopravní nehodovosti a konfliktních situací můžeme křižovatku Výstavní - Halasova označit za nebezpečnou. Na křižovatce vzniká mnoho konfliktních situací, které ohrožují bezpečnost a plynulost dopravního provozu. Z tohoto důvodu je nutné provést variantní návrhy a změny organizace a řízení na dané křižovatce, které by vedly ke snížení konfliktních situací, zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu. K řešení byly vybrány dvě varianty. Návrh okružní křižovatky a návrh světelného signalizačního zařízení.

4.1. Návrhové intenzity pro křižovatku Výstavní - Halasova

Návrhy úprav křižovatek se neprovádějí pro stávající stav a stávající špičkové intenzity. Návrhy se provádějí pro výhledové období zhruba 20 let [13]. Z tohoto důvodu se stávající intenzity špičkové hodiny přepočítají pomocí prognózového koeficientu $k_{PROG} = 1,15$ [-] [14]. Přepočtem se stávající intenzity navýší o 15%. Přepočtené intenzity pro špičkovou hodinu jsou uvedeny v tabulce č. 12.

Tabulka č. 12. - Návrhové intenzity špičkové hodiny

Intenzita I [j.v./h]	do A	do B	do C	do D	Σ vjezd
z A	-	405,3	320,7	435,9	1161,8
z B	67,9	-	25,9	53,5	147,2
z C	236,1	27,6	-	85,1	348,8
z D	224,4	61,6	15,0	-	301,0
Σ výjezd	528,3	494,5	361,6	574,4	1958,8

4.2. Návrh okružní křižovatky

Okružní křižovatky jsou jedním ze zklidňujících prvků, jenž má za následek snížení počtu konfliktních situací, kolizních bodů a vede ke snížení dopravní nehodovosti. Na okružní křižovatku vjíždějí všechna vozidla odbočením vpravo a pohybují se jednosměrně po okružním jízdním pásu proti směru hodinových ručiček k požadovanému výjezdu na kterém odbočují vpravo. Největší výhodou okružní křižovatky je jednoznačné vymezení přednosti v jízdě vozidel na okružním jízdním pásu před vozidly na vjezdu [15].

4.2.1. Definice a terminologie

Okružní křižovatka

Je druh úrovnňové křižovatky, která má okružní jízdní pás ve tvaru mezikruží nebo tvar tomu blízký. Provoz je veden jednosměrným objezdem kolem středového ostrova proti směru hodinových ručiček od vjezdu ke zvolenému výjezdu [15].

Středový ostrov

Je kruhová nebo kruhovému tvaru blízká fyzická nebo optická překážka sloužící k usměrnění pohybu vozidel po okružním jízdním pásu křižovatky proti směru hodinových ručiček. Součástí středového ostrova je i prstenec, jimž se v některých případech lemuje okraj středového ostrova [15].

Prstenec

Je zpevněná část vnějšího okraje středového ostrova u okružní křižovatky o vnějším průměru $D < 50$ m. Prstenec se navrhuje tak, aby mohl být ojediněle pojížděn zejména rozměrnými vozidly (kamion, kloubový autobus, nadměrná přeprava apod.) [15].

Okružní jízdní pás křižovatky

Je jízdní pás v šířce zpevnění vozovky okolo středového ostrova (vozovka včetně zpevněných krajnic) [15].

Vjezd

Je jízdní pruh nebo pás křižující komunikace, ze kterého se vjíždí na okružní jízdní pás křižovatky [15].

Výjezd

Je jízdní pruh nebo pás křižující komunikace, kterým vozidla vyjíždějí z okružního jízdního pásu křižovatky [15].

Dělicí pás

Je plocha ohraničená fyzicky nebo opticky vůči přilehlým jízdním pruhům, která na křižující komunikaci křižovatky odděluje jízdní pásy v délce nad 25 m od okružního jízdního pásu křižovatky [15].

Dělicí ostrůvek

Je plocha ohraničená na všech stranách fyzicky nebo opticky vůči přilehlým jízdním pruhům. Dělicí ostrůvek se umísťuje mezi protisměrnými jízdními pruhy/pásky v délce 5 – 25 m a tvoří zpomalovací (retardační) prvek před vjezdem do křižovatky. Slouží také ke zdvojení osazení svislých dopravních značek popřípadě i jako ochranný ostrůvek pokud je využíván pro přechod pěších [15].

Směrovací ostrůvek

Je plocha ohraničená na všech stranách fyzicky nebo opticky vůči přilehlým jízdním pruhům, která odděluje a usměrňuje dopravní proud vozidel vyjíždějících na okružní jízdní pás od dopravního proudu vozidel z něj vyjíždějících [15].

Vnější průměr okružní křižovatky

Je průměr kružnice, kterou lze vepsat mezi vnější stavební ohraničení okružního jízdního pásu křižovatky [15].

Vnitřní průměr okružní křižovatky

Je průměr středového ostrova (vč. případného prstence) okružní křižovatky [15].

Návrhové zatížení

Je to dopravní zatížení, které je pro danou křižovatku stanoveno prognózou [15].

Návrhové vozidlo

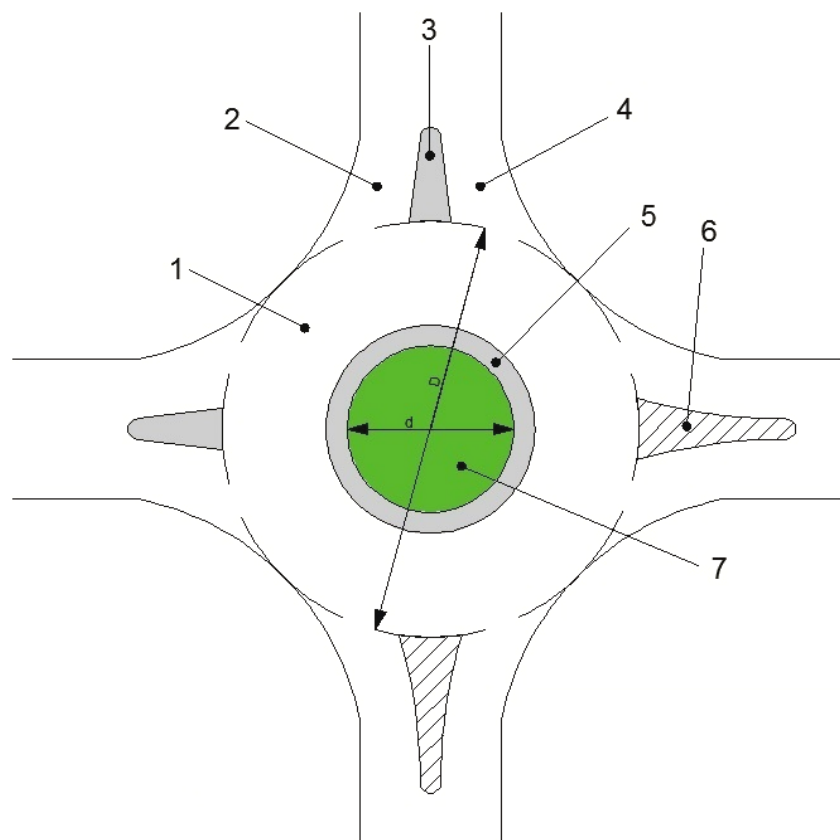
Je to největší vozidlo, na jehož jízdní parametry a rozměry bude navržen geometrický tvar okružní křižovatky [15].

Kapacita

Vyjadřuje propustnost danou počtem vozidel, která mohou projet okružní křižovatkou za určitý časový úsek [15].

Průjezdnost

Vyjadřuje fyzickou možnost průjezdu vozidel křižovatkou s ohledem na vlastnosti a rozměry návrhového vozidla a geometrické uspořádání a rozměry křižovatky [15].



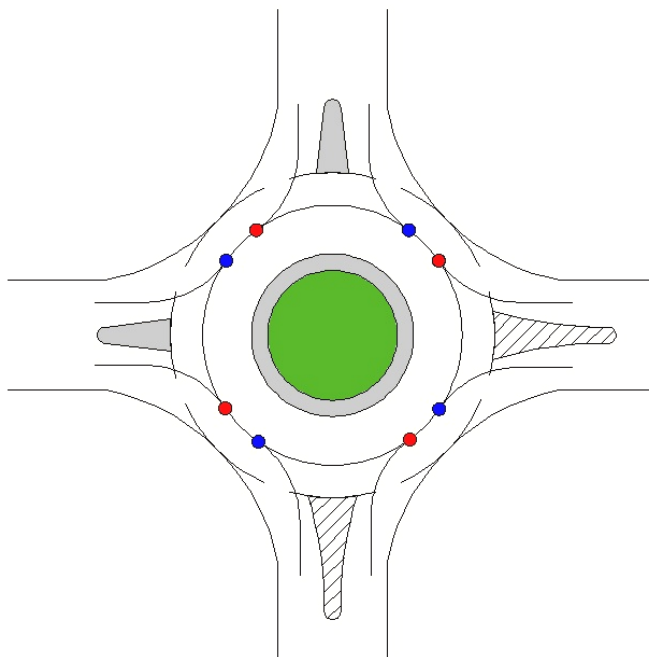
1.Okružní jízdní pás křižovatky, 2. Vjezd, 3. Směrovací ostrůvek, 4. Výjezd, 5. Prstenec
6. Dělicí pás, 7. Středový ostrov, D - Vnější průměr okružní křižovatky,
d - Vnitřní průměr okružní křižovatky.

Obrázek č. 7. - Popis okružní křižovatky [6]- upraveno

4.2.2. Kolizní body čtyřramenné okružní křižovatky

Kolizní body jsou takové body, ve kterých se kříží jednotlivé jízdní proudy [6]. Tyto body můžeme označit jako nejrizikovější místa okružní křižovatky. Na těchto místech se mohou vyskytovat konfliktní situace či dopravní nehody.

Na čtyřramenné okružní křižovatce s jednopruhovým okružním pásem se počet kolizních bodů rovná osmi (viz obrázek č. 8). Počet kolizních bodů se může u různých okružních křižovatek lišit. Počet kolizních bodů je závislý na počtu vjezdů, výjezdů a počtu jízdních pruhů na okružním páse.



Obr. č. 8. - Kolizní body čtyřramenné okružní křižovatky

4.2.3. Zásady návrhu okružní křižovatky

Návrh okružní křižovatky musí zajistit následující podmínky:

- bezpečný vjezd na okružní jízdní pás,
- jednosměrný pohyb vozidel na okružním jízdním pásu křižovatky kolem středového ostrova proti směru hodinových ručiček,
- přednost vozidel na okružním jízdním pásu před vozidly na vjezdech do křižovatky dopravním značením,
- bezpečný výjezd z okružního jízdního pásu,
- dostatečný rozhled na všech vjezdech i na okružním jízdním pásu křižovatky pro zastavení i pro uskutečnění přejezdu vozidla do souběžného jízdního pruhu,
- průjezd minimálně směrodatných vozidel křižovatkou,
- zamezení přímého průjezdu křižovatkou v místech, kde nelze fyzicky zajistit snížení rychlosti vozidel při vjezdu na okružní jízdní pás jiným způsobem,
- potřebné snížení rychlosti před vjezdem na křižovátku s možností zastavit před okružním jízdním pásem, případně před vozidly, která čekají před vjezdem na okružní jízdní pás,
- na obvyklých trasách přeprav nadměrných nákladů též jejich průjezd křižovatkou, včasné a viditelné avizování okružní křižovatky svislými dopravními značkami [15].

4.2.4. Návrh okružní křižovatky Výstavní - Halasova

Navržená okružní křižovatka Výstavní - Halasova má čtyři ramena a jeden okružní jízdní pás. Vnější průměr křižovatky je třicet metrů, vnitřní průměr křižovatky je osmnáct metrů, šířka okružního jízdního pásu je šest metrů a šířka prstence je jeden a půl metru. Návrh rozměrů okružní křižovatky je limitován okolní zástavbou, která neumožňuje návrh většího vnějšího průměru okružní křižovatky (viz příloha II - 1A).

4.2.5. Výpočty pro okružní křižovatku

Pro stanovení kapacity okružní křižovatky existuje řada metod. Cílem kapacitních výpočtů je získat hodnotu rezerv na vjezdových ramenech okružní křižovatky. Hodnoty těchto rezerv slouží k určení možného navýšení dopravního proudu, aniž by došlo ke kongesci křižovatky. V rámci této bakalářské práce byly použity tři metody a to z důvodu srovnání vypočtených hodnot.

4.2.5.1. Kapacita vjezdu podle metody Brilona a Stuweho

Navržená okružní křižovatka je čtyřramenná s jedním okružním jízdním pásem. Pro výpočet kapacity podle Brilona a Stuweho byly zvoleny koeficienty $A = 1089$ a $B = 7,42$. Zvolené koeficienty jsou uvedeny v tabulce č. 13.

Tabulka č. 13. - Koeficienty A , B pro výpočet kapacity vjezdu na okružní křižovatce [12]

Počet pruhů		Koeficienty	
Vjezd	Okružní pás	A [-]	B [-]
1	1	1089	7,42
1	2.3	1200	7,38
2	2	1553	6,69
2	3	2018	6,68

Rameno A (ul. Halasova)

Intenzita dopravního proudu před vjezdem ramene A - viz obrázek č.9.

Podle [12] $M_A = DB + DC + DD + CB + CC + BB$ [j.v./h], kde: (4.1.)

M_A [j.v./h] ... intenzita dopravního proudu před vjezdem ramene A,

DB [j.v./h] ... intenzita vozidel jedoucích z ramene D do ramene B,

DC [j.v./h] ... intenzita vozidel jedoucích z ramene D do ramene C,

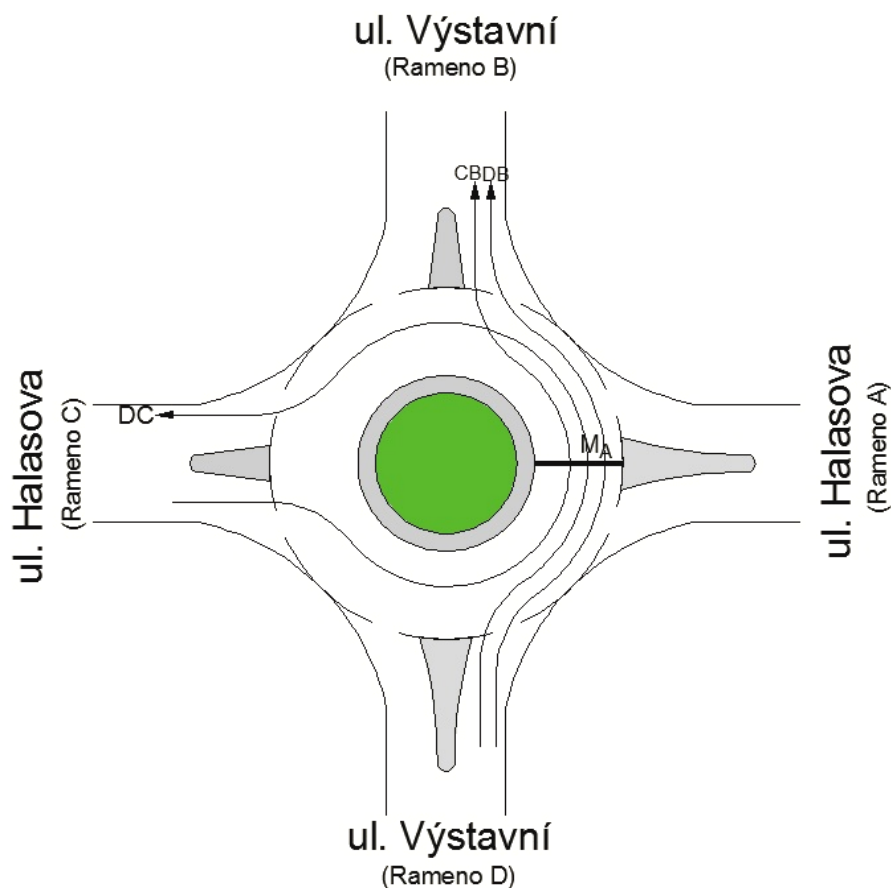
DD [j.v./h] ... intenzita vozidel jedoucích z ramene D do ramene D,

CB [j.v./h] ... intenzita vozidel jedoucích z ramene C do ramene B,

CC [j.v./h] ... intenzita vozidel jedoucích z ramene C do ramene C,

BB [j.v./h] ... intenzita vozidel jedoucích z ramene B do ramene B.

$$M_A = DB + DC + DD + CB + CC + BB = 61,6 + 15 + 0 + 27,6 + 0 + 0 = 104,2 \text{ j.v./h}$$



Obrázek č. 9. - Stanovení intenzit dopravního proudu ramene A [12]- upraveno

Kapacita vjezdu ramene A

Podle [12] $C_A = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_A}{10000}\right)}$ [j.v./h], kde: (4.2)

C_A [j.v./h] ... kapacita vjezdu A,

e [-] ... eulerovo číslo,

A, B ... koeficienty jednopásové okružní křižovatky (viz tabulka č. 13).

$$C_A = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_A}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\left(\frac{-7,42104,2}{10000}\right)} = 1008 \text{ j.v.} / h$$

Rezerva pro rameno A

Podle [12] $R_A = C_A - I_A$ [j.v./h], kde: (4.3)

R_A [j.v./h] ... rezerva pro rameno A,

I_A [j.v./h] ... intenzita vozidel jedoucích z ramene A.

$$R_A = C_A - I_A = 1008 - 1161,8 = -153,8 \text{ j.v.} / h$$

Rezerva pro rameno A vyjádřená procentuálně

Podle [12] $R_{AP} = \frac{R_A}{C_A} \cdot 100$ [%], kde: (4.4)

R_{AP} [%] ... rezerva pro rameno A vyjádřena procentuálně.

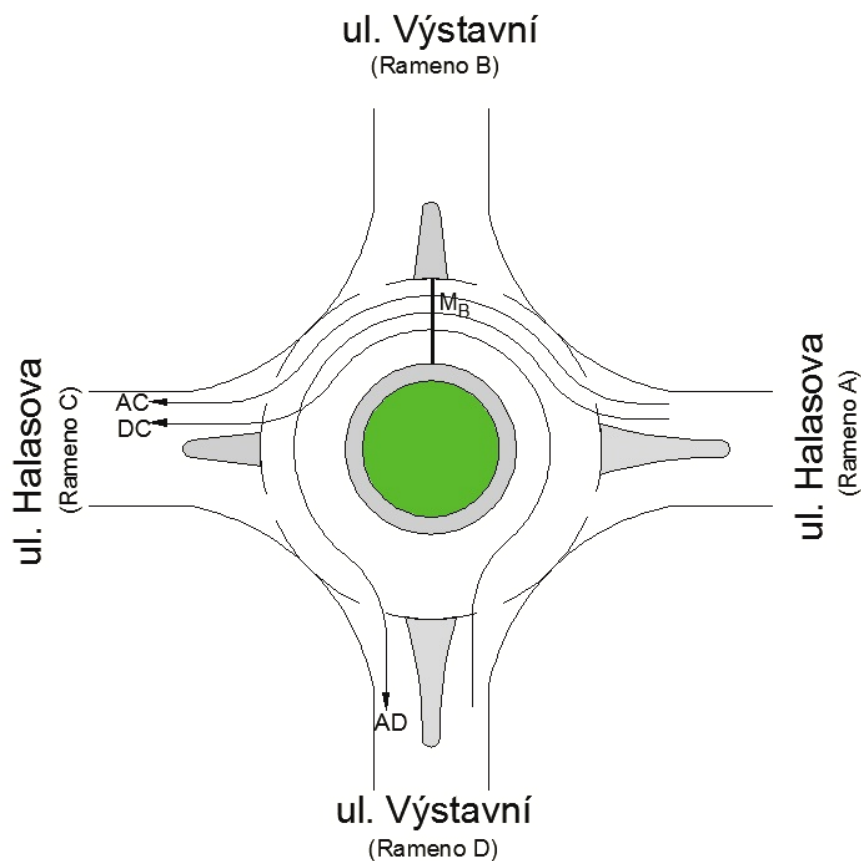
$$R_{AP} = \frac{R_A}{C_A} \cdot 100 = \frac{-153,8}{1008} \cdot 100 = -15,3\%$$

Rameno B (ul. Výstavní)

Intenzita dopravního proudu před vjezdem ramene B (viz 4.1) - viz obrázek č. 10.

$$M_B = AC + AD + AA + CC + DC + DD \text{ [j.v./h]}$$

$$M_B = 320,7 + 435,9 + 0 + 0 + 15 + 0 = 771,6 \text{ j.v.} / h$$



Obrázek č. 10. - Stanovení intenzit dopravního proudu ramene B [12]- upraveno

Kapacita vjezdu ramene B (viz 4.2)

$$C_B = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_B}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\left(\frac{-7,427716}{10000}\right)} = 614,3 \text{ j.v./h}$$

Rezerva pro rameno B (viz 4.3)

$$R_B = C_B - I_B = 614,3 - 147,2 = 467,1 \text{ j.v./h}$$

Rezerva pro rameno B vyjádřená procentuálně (viz 4.4)

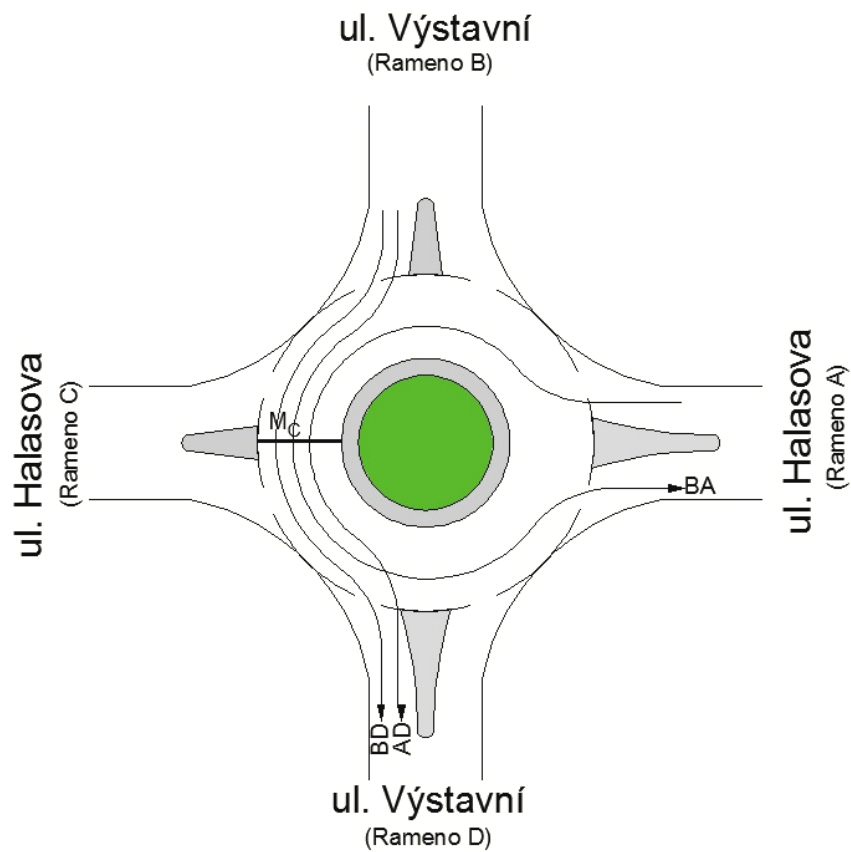
$$R_{BP} = \frac{R_B}{C_B} \cdot 100 = \frac{467,1}{614,3} \cdot 100 = 76\%$$

Rameno C (ul. Halasova)

Intenzita dopravního proudu před vjezdem ramene C (viz 4.1) - viz obrázek č. 11.

$$M_C = AD + AA + BD + BA + BB + DD \text{ [j.v./h]}$$

$$M_C = 435,9 + 0 + 53,5 + 67,9 + 0 + 0 = 557,2 \text{ j.v./h}$$



Obrázek č. 11. - Stanovení intenzit dopravního proudu ramene C [12]- upraveno

Kapacita vjezdu ramene C (viz 4.2)

$$C_C = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_C}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\left(\frac{-7,42557,2}{10000}\right)} = 720,2 \text{ j.v./h}$$

Rezerva pro rameno C (4.3)

$$R_C = C_C - I_C = 720,2 - 348,8 = 371,4 \text{ j.v./h}$$

Rezerva pro rameno C vyjádřená procentuálně (4.4)

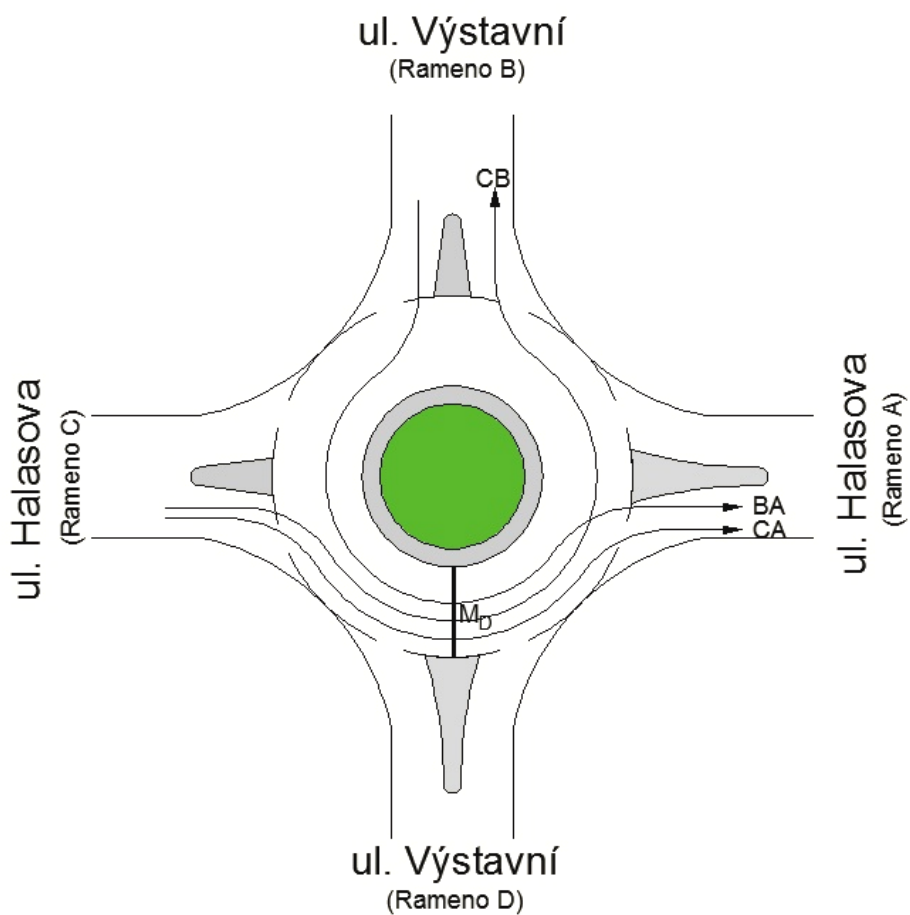
$$R_{CP} = \frac{R_C}{C_C} \cdot 100 = \frac{371,4}{720,2} \cdot 100 = 51,6\%$$

Rameno D (ul. Výstavní)

Intenzita dopravního proudu před vjezdem ramene D (viz 4.1) - viz obrázek č. 12.

$$M_D = AA + BA + BB + CA + CB + CC \text{ [j.v./h]}$$

$$M_D = 0 + 67,9 + 0 + 236,1 + 27,6 + 0 = 331,5 \text{ j.v./h}$$



Obrázek č. 12. - Stanovení intenzit dopravního proudu ramene D [12]- upraveno

Kapacita vjezdu ramene D (viz 4.2)

$$C_D = A \cdot e^{\left(\frac{-B \cdot M_D}{10000}\right)} = 1089 \cdot e^{\left(\frac{-7,42331,5}{10000}\right)} = 851,5 \text{ j.v./h}$$

Rezerva pro rameno D (viz 4.3)

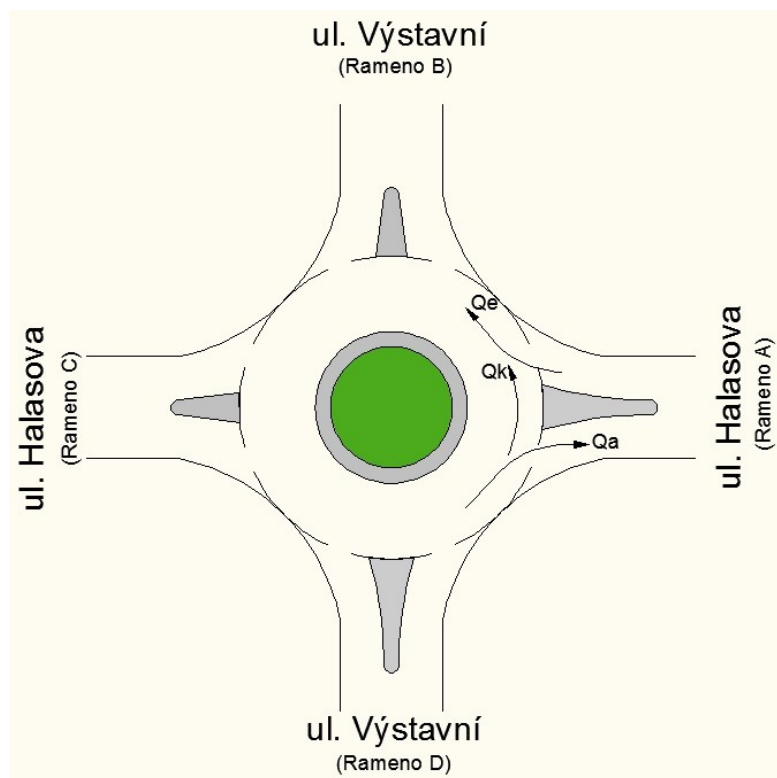
$$R_D = C_D - I_D = 851,5 - 301 = 550,5 \text{ j.v./h}$$

Rezerva pro rameno D vyjádřená procentuálně (viz 4.4)

$$R_{DP} = \frac{R_D}{C_D} \cdot 100 = \frac{550,5}{851,5} \cdot 100 = 65\%$$

4.2.5.2 Kapacita vjezdu podle metody EPFL

Podle metody EPFL (Ecole Polytechniques Fédérale de Lausanne) je maximální hodnota kapacity jednoho vjezdu určena za předpokladu známých hodnot zatížení vjezdů a výjezdů [12] (viz obrázek č. 13).



Obrázek č. 13. - Intenzity dopravního proudu dle metody EPFL [12]- upraveno

Rameno A (ul. Halasova)

Intenzity dopravních proudů ramene A

Podle [15] $Q_k = M_A = DB + DC + DD + CB + CC + BB$ [j.v./h], kde: (4.5)

Q_k [j.v./h] ... intenzita vozidel na vozovce okružního pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím vjezdem (viz obrázek č. 9).

$$Q_k = M_A = 61,6 + 15 + 0 + 27,6 + 0 + 0 = 104,6 \text{ j.v./h}$$

Podle [15] $Q_a = BA + CA + DA$ [j.v./h], kde: (4.6)

Q_a [j.v./h] ... intenzita vozidel na výjezdu.

$$Q_a = 67,9 + 236,1 + 224,4 = 528,3 \text{ j.v./h}$$

Podle [15] $Q_e = I_A$ [j.v./h], kde: (4.7)

Q_e [j.v./h] ... intenzita vozidel na vjezdu

$$Q_e = 1161,8 \text{ j.v./h}$$

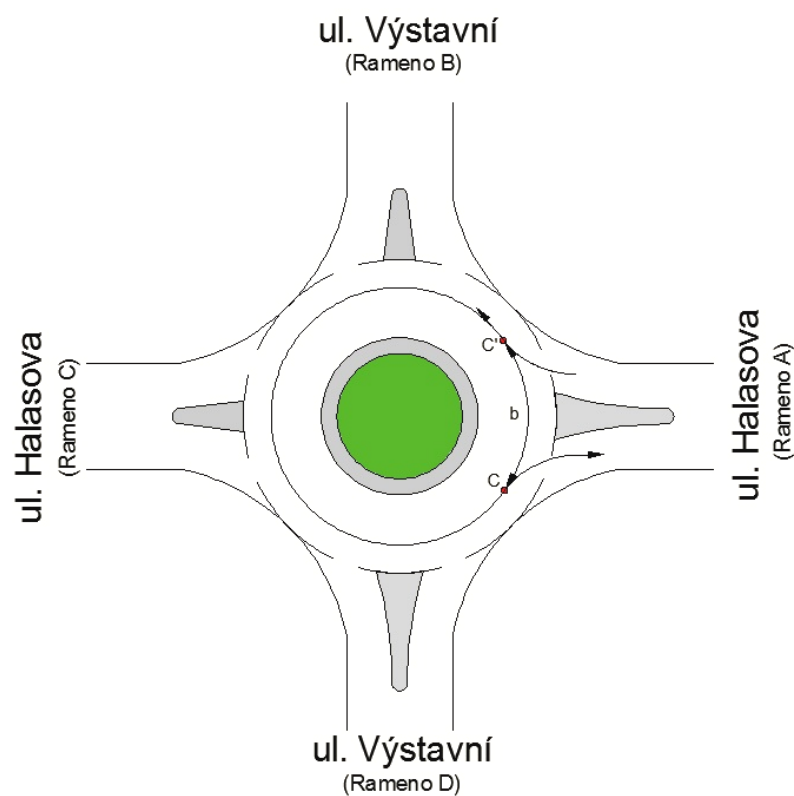
Maximální kapacita vjezdu ramena A

Podle [15] $L_e = 1500 + \frac{8}{9} + (Q_k + \alpha \cdot Q_a)$ [j.v./h], kde: (4.8)

L_e [j.v./h] ... maximální kapacita vjezdu,

α [-] ... faktor zohledňující geometrické poměry vjezdu okružní křižovatky v závislosti na vzdálenosti b mezi dvěmi kolizními body C a C' (viz obrázek č. 14 a příloha I-E).

$$L = 1500 + \frac{8}{9} + (104,2 + 0,4 \cdot 528,3) = 1219,5 \text{ j.v./h}$$



Obrázek č. 14. - Vzdálenost b mezi kolizními body C a C' [12]- upraveno

Rezerva pro rameno A

Podle [15] $R_A = L_e - Q_e$ [j.v./h], kde: (4.9)

R_A [j.v./h] ... kapacitní rezerva pro rameno A.

$$R_A = L_e - Q_e = 1219,5 - 1161,8 = 57,7 \text{ j.v./h}$$

Rezerva pro rameno A vyjádřená procentuálně

Podle [15] $R_{AP} = \frac{R_A}{L_e} \cdot 100$ [%], kde: (4.10)

R_{AP} [%] ... kapacitní rezerva pro rameno A vyjádřena v procentech.

$$R_{AP} = \frac{R_A}{L_e} \cdot 100 = \frac{57,7}{1219,5} \cdot 100 = 4,7\%$$

Délka čekací fronty na vjezdu ramene A

Podle [15] $L_A = \frac{Q_e \cdot t_{wa}}{3600} \cdot L_{voz}$ [m], kde: (4.11)

L_A [m] ... délka čekací fronty,

t_{wa} [s] ... střední čekací doba,

L_{voz} [m] ... délka osobního automobilu, $L_{voz} = 6\text{m}$.

$$L_A = \frac{Q_e \cdot t_{wa}}{3600} \cdot L_{voz} = \frac{1161,8 \cdot 15}{3600} \cdot 6 = 29,05\text{m}$$

Stupeň vytížení vjezdu ramene A

Podle [15] $A_{LGe} = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100$ [%], kde: (4.12)

A_{LGe} [%] ... stupeň vytížení.

$$A_{LGe} = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100 = \frac{1161,8}{1219,5} \cdot 100 = 95,3\%$$

Rameno B (ul. Výstavní)

Intenzity dopravních proudů ramene B (viz 4.5, 4.6, 4.7)

$$Q_k = M_B = AC + AD + DC = 320,7 + 435,9 + 15 = 771,6 \text{ j.v.} / h$$

$$Q_a = AB + CB + DB = 405,3 + 27,6 + 61,6 = 494,5 \text{ j.v.} / h$$

$$Q_e = I_B = 147,2 \text{ j.v.} / h$$

Maximální kapacita vjezdu ramena B (viz 4.8)

$$\alpha = 0,4 \text{ [-]}$$

$$L_e = 1500 + \frac{8}{9} + (Q_k + \alpha \cdot Q_a) \text{ [j.v./h]}$$

$$L_e = 1500 + \frac{8}{9} + (771,6 + 0,4 \cdot 494,5) = 638,4 \text{ j.v.} / h$$

Rezerva pro rameno B (viz 4.9)

$$R_B = L_e - Q_e = 638,4 - 147,2 = 491,2 \text{ j.v.} / h$$

Rezerva pro rameno B vyjádřená procentuálně (viz 4.10)

$$R_{BP} = \frac{R_B}{L_e} \cdot 100 = \frac{491,2}{638,4} \cdot 100 = 76,9\%$$

Délka čekací fronty na vjezdu ramene B (viz 4.11)

$$L_B = \frac{Q_e \cdot t_{wa}}{3600} \cdot L_{voz} = \frac{147,2 \cdot 6}{3600} \cdot 6 = 1,47m$$

Stupeň vytížení vjezdu ramene B (viz 4.12)

$$A_{LGe} = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100 = \frac{147,2}{638,4} \cdot 100 = 23\%$$

Rameno C (ul. Halasova)

Intenzity dopravních proudů ramene C (viz 4.5, 4.6, 4.7)

$$Q_k = M_C = AB + BD + BA = 405,3 + 53,5 + 67,9 = 526,7 j.v. / h$$

$$Q_a = AC + BC + DC = 320,7 + 25,9 + 15 = 361,6 j.v. / h$$

$$Q_e = I_C = 348,8 j.v. / h$$

Maximální kapacita vjezdu ramena C (viz 4.8)

$$\alpha = 0,4 [-]$$

$$L_e = 1500 + \frac{8}{9} + (Q_k + \alpha \cdot Q_a) [j.v./h]$$

$$L_e = 1500 + \frac{8}{9} + (526,7 + 0,4 \cdot 361,6) = 903,4 j.v. / h$$

Rezerva pro rameno C (viz 4.9)

$$R_C = L_e - Q_e = 903,4 - 348,8 = 554,6 j.v. / h$$

Rezerva pro rameno C vyjádřená procentuálně (viz 4.10)

$$R_{CP} = \frac{R_C}{L_e} \cdot 100 = \frac{554,6}{903,4} \cdot 100 = 61,4\%$$

Délka čekací fronty na vjezdu ramene C (viz 4.11)

$$L_C = \frac{Q_e \cdot t_{wa}}{3600} \cdot L_{voz} = \frac{348,8 \cdot 6}{3600} \cdot 6 = 3,5m$$

Stupeň vytížení vjezdu ramene C (viz 4.12)

$$A_{LGe} = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100 = \frac{348,8}{903,4} \cdot 100 = 38,6\%$$

Rameno D (ul. Výstavní)

Intenzity dopravních proudů ramene D (viz 4.5, 4.6, 4.7)

$$Q_k = M_C = BA + CA + CB = 67,9 + 236,1 + 27,6 = 331,6 j.v./h$$

$$Q_a = AD + BD + CD = 435,9 + 53,5 + 85,1 = 574,5 j.v./h$$

$$Q_e = I_D = 301 j.v./h$$

Maximální kapacita vjezdu ramene D (viz 4.8)

$$\alpha = 0,4 [-]$$

$$L_e = 1500 + \frac{8}{9} + (Q_k + \alpha \cdot Q_a) [j.v./h]$$

$$L_e = 1500 + \frac{8}{9} + (331,6 + 0,4 \cdot 574,5) = 1001 j.v./h$$

Rezerva pro rameno D (viz 4.9)

$$R_D = L_e - Q_e = 1001 - 301 = 700 j.v./h$$

Rezerva pro rameno D vyjádřená procentuálně (viz 4.10)

$$R_{DP} = \frac{R_C}{L_e} \cdot 100 = \frac{700}{1001} \cdot 100 = 69,9\%$$

Délka čekací fronty na vjezdu ramene D (viz 4.11)

$$L_D = \frac{Q_e \cdot t_{wa}}{3600} \cdot L_{voz} = \frac{301 \cdot 5}{3600} \cdot 6 = 2,51m$$

Stupeň vytižení vjezdu ramene D (viz 4.12)

$$A_{LGe} = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100 = \frac{301}{1001} \cdot 100 = 30\%$$

4.2.5.3 Kapacita vjezdu podle metody VSS

Metoda VSS (Vereinigung Schweizerische Strassenfachleute) je zaměřena pouze na okružní křižovatky menších rozměrů.

Rameno A (ul. Halasova)

Intenzity dopravních proudů ramene A

Podle [15] $Q_k = M_A = DB + DC + DD + CB + CC + BB$ [j.v./h], kde: (4.5)

Q_k [j.v./h] ... intenzita vozidel na vozovce okružního pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím vjezdem (viz obrázek č. 9).

$$Q_k = M_A = 61,6 + 15 + 0 + 27,6 + 0 + 0 = 104,6 \text{ j.v./h}$$

Podle [15] $Q_e = I_A$ [j.v./h], kde: (4.7)

Q_e [j.v./h] ... intenzita vozidel na vjezdu

$$Q_e = 1161,8 \text{ j.v./h}$$

Kapacita vjezdu ramene A

Podle [12] $L_{el} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k$ [j.v./h], kde: (4.13)

L_{el} [j.v./h] ... kapacita vjezdu ramene.

$$L_{el} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 104,6 = 1221,9 \text{ j.v./h}$$

Průměrné zdržení na vjezdu ramene A

Podle [13] $C_w = \frac{2000 + 2 \cdot Q_k}{L_{el} - Q_e}$ [s], kde: (4.14)

C_w [s] ... průměrné zdržení na vjezdu.

$$C_w = \frac{2000 + 2 \cdot Q_k}{L_{el} - Q_e} = \frac{2000 + 2 \cdot 104,6}{1221,9 + 1161,8} = 36,8s$$

Rezerva ramene A

Podle [12] $R_A = L_{el} - Q_e$ [j.v./h], kde: (4.15)

R_A [j.v./h] ... kapacitní rezerva pro rameno A

$$R_A = L_{el} - Q_e = 1221,9 - 1161,8 = 60,1 j.v. / h$$

Rezerva pro rameno A vyjádřená procentuálně

Podle [13] $R_{AP} = \frac{R_A}{L_{el}} \cdot 100 [\%]$, kde: (4.16)

RAP [%] ... kapacitní rezerva pro rameno A vyjádřena procentuálně.

$$R_{AP} = \frac{R_A}{L_{el}} \cdot 100 = \frac{60,1}{1221,9} \cdot 100 = 4,9\%$$

Rameno B (ul. Výstavní)

Intenzity dopravních proudů ramene B (viz 4.5, 4.7)

$$Q_k = M_B = AC + AD + DC = 320,7 + 435,9 + 15 = 771,6 j.v. / h$$

$$Q_e = I_B = 147,2 j.v. / h$$

Kapacita vjezdu ramene B (viz 4.13)

$$L_{el} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 771,6 = 721,4 j.v. / h$$

Průměrné zdržení na vjezdu ramene B (viz 4.14)

$$C_w = \frac{2000 + 2 \cdot Q_k}{L_{el} - Q_e} = \frac{2000 + 2 \cdot 771,6}{721,4 + 147,2} = 6,2s$$

Rezerva ramene B (viz 4.15)

$$R_B = L_{el} - Q_e = 721,4 - 147,2 = 574,2 j.v. / h$$

Rezerva pro rameno B vyjádřená procentuálně (viz 4.16)

$$R_{BP} = \frac{R_B}{L_{el}} \cdot 100 = \frac{574,2}{721,4} \cdot 100 = 79,6\%$$

Rameno C (ul. Halasova)

Intenzity dopravních proudů ramene C (viz 4.5, 4.7)

$$Q_k = M_C = AD + BD + BA = 435,9 + 53,5 + 67,9 = 557,2 \text{ j.v.} / h$$

$$Q_e = I_C = 348,8 \text{ j.v.} / h$$

Kapacita vjezdu ramene C (viz 4.13)

$$L_{el} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 557,2 = 882,1 \text{ j.v.} / h$$

Průměrné zdržení na vjezdu ramene C (viz 4.14)

$$C_w = \frac{2000 + 2 \cdot Q_k}{L_{el} - Q_e} = \frac{2000 + 2 \cdot 557,2}{882,1 + 348,8} = 5,8_s$$

Rezerva ramene C (viz 4.15)

$$R_C = L_{el} - Q_e = 882,1 - 348,8 = 533,3 \text{ j.v.} / h$$

Rezerva pro rameno C vyjádřená procentuálně (viz 4.16)

$$R_{CP} = \frac{R_C}{L_{el}} \cdot 100 = \frac{533,3}{882,1} \cdot 100 = 60,5\%$$

Rameno D (ul. Výstavní)

Intenzity dopravních proudů ramene D (viz 4.5, 4.7)

$$Q_k = M_C = BA + CA + CB = 67,9 + 236,1 + 27,6 = 331,6 \text{ j.v.} / h$$

$$Q_e = I_D = 301 \text{ j.v.} / h$$

Kapacita vjezdu ramene D (viz 4.13)

$$L_{el} = 1300 - 0,75 \cdot Q_k = 1300 - 0,75 \cdot 331,6 = 1051,3 \text{ j.v.} / h$$

Průměrné zdržení na vjezdu ramene D (viz 4.14)

$$C_w = \frac{2000 + 2 \cdot Q_k}{L_{el} - Q_e} = \frac{2000 + 2 \cdot 331,6}{1051,3 + 301} = 3,55s$$

Rezerva ramene D (viz 4.15)

$$R_D = L_{el} - Q_e = 1051,3 - 301 = 750,3 j.v. / h$$

Rezerva pro rameno D vyjádřená procentuálně (viz 4.16)

$$R_{DP} = \frac{R_D}{L_{el}} \cdot 100 = \frac{750,3}{1051,3} \cdot 100 = 71,4\%$$

4.2.5.4. Srovnání hodnot rezerv jednotlivých vjezdů

Z porovnání rezerv jednotlivých vjezdů vyplývá, že křižovatka Výstavní - Halasova se nachází na horní hranici své kapacity. Pomocí aritmetického průměru byly stanoveny průměrné hodnoty rezerv jednotlivých vjezdů, které jsou uvedeny v tabulce č. 14.

Nejmenší průměrná hodnota rezervy byla stanovena pro rameno A (ul. Halasova) a největší pro rameno B (ul. Výstavní). Průměrná hodnota rezervy ramene A (ul. Halasova) se dostává do záporných hodnot, jelikož je vjezd ramene A zatížen mnohonásobně větší intenzitou dopravního proudu, než vjezdy ramen B, C a D (viz tabulka č. 12).

Tabulka č.14. - Srovnání hodnot kapacitních rezerv podle použitých metod

Vjezd	Použitá metoda výpočtu			Průměrné hodnoty rezerv (%)
	Brilona a Stuweho (%)	EPFL (%)	VSS (%)	
A (ul. Halasova)	-15,3	4,7	4,9	-1,9
B (ul. Výstavní)	76,0	76,9	79,6	77,5
C (ul. Halasova)	51,6	60,2	61,5	57,7
D (ul. Výstavní)	64,7	69,9	70,9	68,5

4.3. Návrh světelného signalizačního zařízení

Návrh světelného signalizačního zařízení je další variantou návrhu, který by vedl ke snížení počtu dopravních nehod, konfliktních situací a dále by se zlepšila celková kvalita a bezpečnost provozu na křižovatce Výstavní - Halasova. Pro realizaci tohoto návrhu bude nutné provést stavební úpravy.

4.3.1. Základní pojmy

Fáze

Pod pojmem fáze se rozumí časový interval, v němž mají současně volno určité zpravidla vzájemně nekolizní dopravní pohyby na křižovatce [16].

Fázové schéma

Fázové schéma je přiřazení dopravních pohybů jednotlivým fázím a nejvhodnější pořadí fází [16].

Doba volna, doba zelené

Je doba trvání signálu volna na signální skupině [16].

Doba volná fáze

Doba trvání signálu na všech signálních skupinách v dané fázi [16].

Doplňková šipka

Je světelný signál č. S 5 Doplnková zelená šipka [16].

Koordinace

Je takový výsledek sladění signálních plánů řadičů ve skupině SSZ, že vozidla v daném (koordinovaném) směru projedou bez zastavení [16].

Mezičas

Je časový interval od konce zelené na návěstidle pro jeden směr po začátek doby zelené na návěstidle pro kolizní směr [16].

Plný signál

Je světelný signál č. S 1a až S 1c [16].

Sdružený signál

Pro chodce a cyklisty je světelný signál č. S 11a až S 11c [16].

Signál stůj

Je takový signál, který zakazuje účastníkovi provozu na pozemních komunikacích vstup či vjezd (pokračovat v jízdě) do uzlu [16].

Signál volno

Je takový signál, který umožňuje účastníkovi provozu na pozemních komunikacích vstup či vjezd (pokračovat v jízdě) do uzlu [16].

Signální skupina

Je soubor návěstidel, která udávají v každém okamžiku pro jeden vjezd vozidel nebo vstup chodců na jeden přechod stejný signální obraz [16].

Směrový signál

Zahrnuje jak směrový signál, tak kombinovaný směrový signál [16].

Stopčára

Je vodorovná dopravní značka č. V 5 Příčná čára souvislá nebo č. V 6a Příčná čára souvislá se symbolem „Dej přednost v jízdě!“ nebo č. V 6b Příčná čára souvislá s nápisem STOP [16].

Smyčka

Je obvykle indukční smyčka, při jiných způsobech detekce její poloha určuje detekční zónu [16].

Uzel

Je místo s provozem řízeným světelným signalizačním zařízením (např. křižovatka, přechod pro chodce, přejezd přes tramvajovou trať, úsek komunikace s řízením provozu v jízdních pruzích) [16].

Druhy světelných signálů

Pro řízení provozu na pozemních komunikacích se rozlišují světelné signály pro vozidla a světelné signály pro vymezený okruh účastníků v provozu na pozemních komunikacích.

Světelné signály pro vozidla:

a) signály tříbarevné soustavy:

- s plnými kruhovými světly (plné signály) č. S 1a až č. S 1c,
- se světly se směrovými šipkami (směrové signály) č. S 2a až č. S 2c nebo č. S 3a až č. S 3c,

b) signál přerušovaného žlutého světla č. S 7,

c) signál doplňkové zelené šipky č. S 5,

d) signál pro opuštění křižovatky č. S 6,

e) signál přerušovaného žlutého světla ve tvaru chodce č. S 7,

f) signál přerušovaného žlutého světla ve tvaru cyklisty a chodce č. S 7,

g) signál žlutého světla ve tvaru chodce č. S 4,

h) signál žlutého světla ve tvaru cyklisty č. S 4,

i) signál žlutého světla ve tvaru cyklisty a chodce č. S 4,

j) rychlostní signál č. S 12a nebo č. S 12b,

k) signál pro řízení provozu v jízdním pruhu se střídavým směrem jízdy č. S 1a až č. S 1c nebo č. S 1a a č. S 1c,

l) signály účelové.

Světelné signály pro vymezený okruh účastníků:

a) signály pro chodce č. S 9a a č. S 9b nebo č. S 11a až č. S 11c,

b) signály pro tramvaje č. S 15a až č. S 15g,

c) signály pro cyklisty č. S 10a až č. S 10č nebo č. S 11a až č. S 11c [16].

4.3.2. Zásady pro navrhování světelného signalizačního zařízení

Kritéria pro návrh SSZ:

- kritérium bezpečnosti provozu,
- kritérium intenzity provozu z hlediska vozidel,
- kritérium intenzity provozu z hlediska chodců,
- kritérium plynulosti jízdy vozidel MHD.

Kritérium bezpečnosti provozu

SSZ je účelné navrhovat na křižovatkách se zvýšenou intenzitou dopravního proudu a s vysokým počtem dopravních nehod. Dále musí být analýzou nehodovosti prokázáno, že tyto dopravní nehody nelze omezit jiným způsobem. Dále je vhodné instalovat SSZ na takových místech, které si zaslouží zvláštního zřetele. Mezi tyto místa patří např. přechody pro chodce přes významné a frekventované pozemní komunikace a výjezdy tramvají z míst ležících mimo pozemní komunikaci [8].

Kritérium intenzity provozu z hlediska vozidel

Použití SSZ je účelné tehdy, když minimální intenzita dopravního provozu dosáhne v průměru osmi dopravně nejvíce zatížených hodin dne na hlavní i vedlejší komunikaci vyšších hodnot než stanoví přípustné intenzity neřízených křižovatek podle ČSN 73 6102 [8].

Kritérium intenzit provozu z hlediska chodců

Kritérium vychází z intenzit dopravy na příslušném přechodu pro chodce. Dosáhne-li intenzita provozu mezních hodnot intenzity dopravy, při kterých mohou chodci za běžných podmínek podle pravidel silničního provozu bezpečně přejít, je vhodné instalovat SSZ. Dále se SSZ instaluje tam, kde chodci narušují plynulý tok dopravního proudu koordinovaného svazku vozidel [8].

Kritérium plynulosti jízdy vozidel MHD

Vozidla MHD by měla být, je-li to možné, upřednostňována před individuální automobilovou dopravou a to především za účelem zatraktivnění využívání hromadných dopravních prostředků. Dalším důvodem je například možnost úspory počtu vozidel, nižší spotřeba energie při zbytečných rozjezdech vozidel MHD na křižovatkách [8].

4.3.3. Popis navržených úprav křižovatky pro SSZ

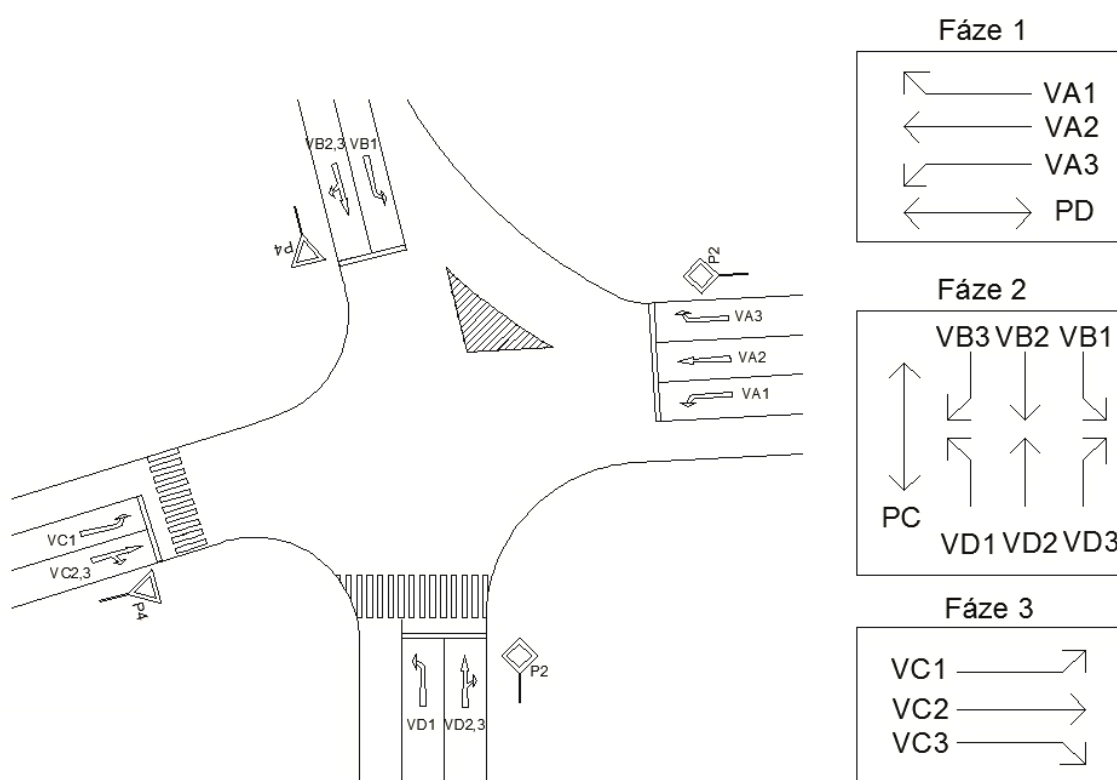
Cílem návrhu bylo provést úpravy organizace a řízení s minimálním rozsahem stavebních úprav na dané křižovatce. Na rameni A (ul. Halasova) byl zrušen jeden jízdní pruh na výjezdu z křižovatky. Tento jízdní pruh byl nahrazen řadícím pruhem, který slouží pro levé odbočení na rameno D (ul. Výstavní). Na rameni B (ul. Výstavní) byla provedena změna vodorovného značení, která obsahovala posunutí stopčáry levého odbočení na rameno A (ul. Halasova). Komunikace na rameni C byla rozšířena o 0,75 m. Dále byl přidán jeden řadící pruh, který slouží pro levé odbočení na rameno B (ul. Výstavní). Pro lepší průjezdnost vozidel MHD byl zvětšen poloměr pravého odbočení na rameno D (ul. Výstavní). Stávající přechod pro chodce o šířce 3 m byl posunut o 6 m. Na rameni D byl přidán jeden jízdní pruh, který slouží pro levé odbočení na rameno C (ul. Halasova). Stávající přechod pro chodce na rameni D (ul. Výstavní) byl zachován. Křižovatka Výstavní - Halasova má šestnáct návěstidel. Tři návěstidla pro každé rameno křižovatky a čtyři návěstidla pro přechody pro chodce. (viz příloha II - 2A)

4.3.4 Výpočet světelného signalizačního zařízení

Cílem výpočtů SSZ je sestavení signálního plánu. Tento signální plán určuje pořadí a délku signálních dob jednotlivých světelných skupin. Pro výpočet tohoto signálního plánu byla využita metoda saturovaného toku.

4.3.4.1. Fázové schéma

Pro křižovatku Výstavní - Halasova bylo navrženo třífázové. V první fázi má signál volno směr VA1, VA2 a VA3, v druhé fázi byly spojeny směry VB1, VB2, VB3, VD1, VD2 a VD3. Spojení těchto směrů do jedné fáze bylo možné provést z důvodů malé intenzity dopravních proudů levého odbočení VB3 a VD1. Ve třetí fázi má signál volno směr VC1, VC2 a VC3. Chodci na rameni C mají signál volno společně s druhou fází. Chodci na rameni D mají signál volno společně s první fází (viz obrázek č. 15 a příloha č. I-F).



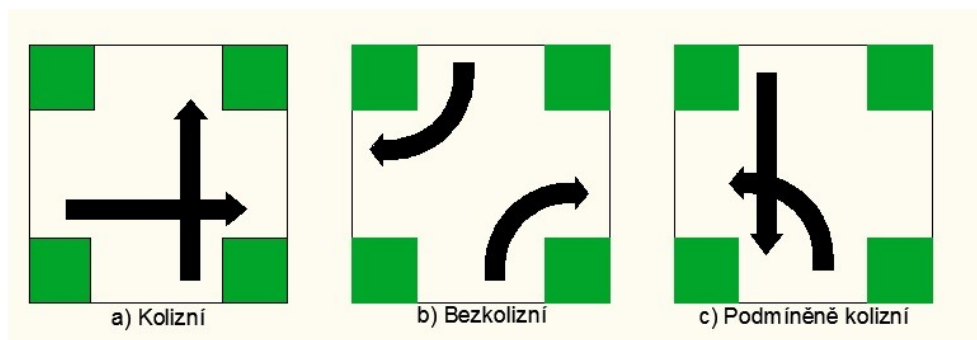
Obr. č. 15. - Fázové schéma pro křižovatku Výstavní - Halasova

4.3.4.2. Výpočet mezičasů

Výpočet mezičasů je důležitý pro stanovení intervalu, ve kterém musí poslední vyklizující vozidlo, které vjelo v končící době zelené do křižovatky, bezpečně vyklidit kolizní plochu dříve než první vozidlo z kolizního směru, které vjede na začátku své zelené a dosáhne této kolizní plochy [12].

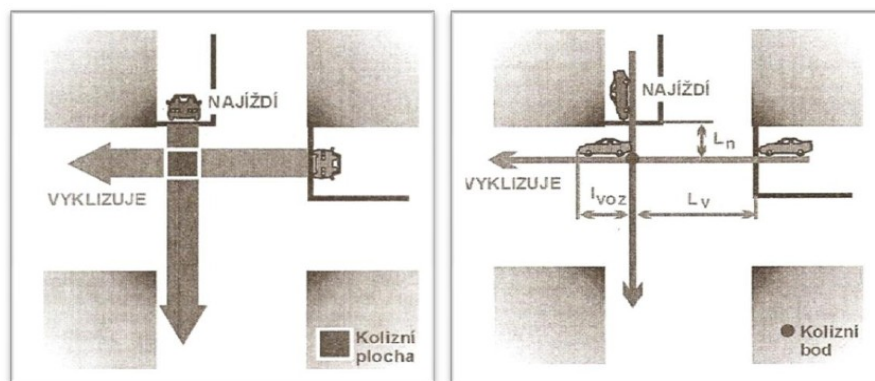
Kolizní plochy (body) čtyřramenné stykové křižovatky

Dopravní pohyby jsou vzájemné pohyby vozidel nebo vozidel a chodců, které se střetávají, kříží nebo připojují. Tyto pohyby se rozdělují na kolizní, bezkolizní a podmíněně kolizní pohyby (viz obrázek č. 16) [8].



Obr. č. 16. - Kolizní pohyby [8] - upraveno

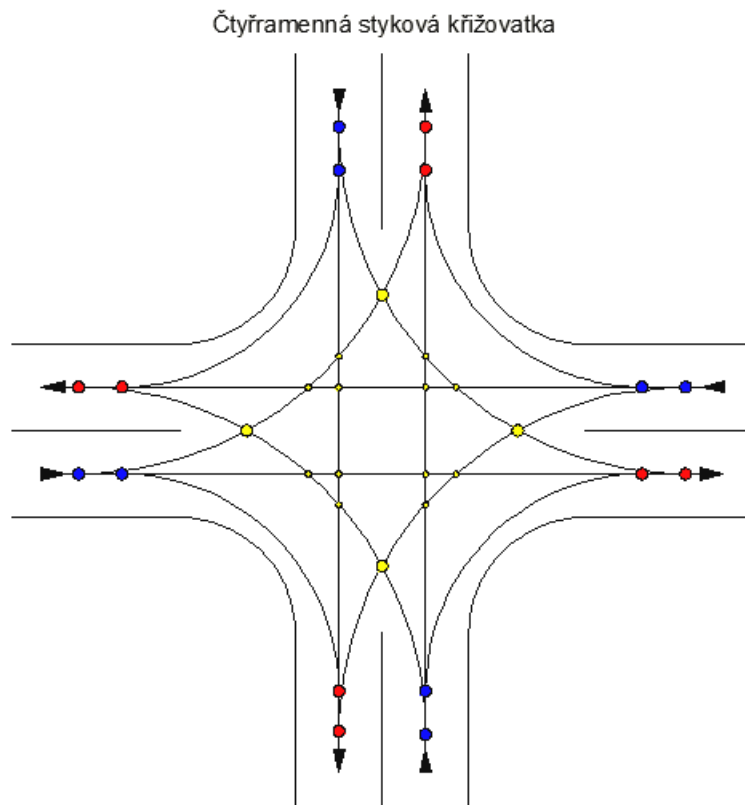
Místa ve kterých se tyto dopravní pohyby stýkají se nazývají kolizní plochy nebo body (viz obrázek č. 17) [8].



Obr. č. 17. - Kolizní plochy a body [8]

Kolizní plocha je tedy část plochy komunikace, kde se dráha vyklizujícího vozidla nebo chodce střetává s dráhou najíždějícího vozidla nebo chodce. Kolizní doba je různá pro každou dvojici kolizních dopravních pohybů [8].

Úrovňové, stykové křižovatky s jednopruhovými vjezdy i výjezdy mají 32 kolizních bodů (viz obrázek č. 18) Ve srovnání s okružními křižovatkami, které mají 8 kolizních bodů, se jedná o nebezpečnější variantu neřízené křižovatky. U řízené křižovatky SSZ tyto kolizní body zanikají.



Obr. č. 18. - Kolizní body čtyřramenné stykové křižovatky [8] - upraveno

Vzorový výpočet mezičasu pro najížděcí směr VA1 a vykluzující směry VB1, VB2, VC2, VC3, VD1, VD2 a PD.

VA1 najíždí - VB1 vyklizuje

Určení najížděcí doby směru VA1

Podle [16] $t_n = \frac{L_n}{v_n}$ [s], kde: (4.17)

t_n [s] najížděcí doba směru VA1,

L_n [m] najížděcí dráha silničního vozidla ze směru VA1,

v_n [m/s] ... najížděcí rychlost ze směru VA1 (viz příloha č. I-G).

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} = \frac{15,8}{7} = 2,3s$$

Určení vyklizovací doby směru VB1

Podle [16] $t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v}$ [s], kde: (4.18)

t_v [s] vyklizovací doba směru VB1,

L_v [m] najížděcí dráha silničního vozidla ze směru VB1,

l_{voz} [m] ... délka vyklizovacího vozidla ze směru VB1 (viz příloha č. I-G),

v_v [m/s] ... vyklizovací rychlost ze směru VB1 (viz příloha č. I-G).

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} = \frac{19,3 + 5}{7} = 3,5s$$

Určení mezičasu pro kolizní směry VA1 a VB1:

Podle [16] $t_m = t_v - t_n + t_b$ [s], kde: (4.19)

t_m [s] mezičas pro kolizní směry VA1 a VB1,

t_v [s] vyklizovací doba směru VB1,

t_n [s] najížděcí doba směru VA1,

t_b [s] bezpečnostní doba (viz příloha č. I-G).

$$t_m = 3,5 - 2,3 + 2 = 3,2s$$

Skutečný mezičas pro kolizní směry t_{mskut} [s] je zaokrouhlená hodnota t_m [s]. Zaokrouhlení hodnot skutečných mezičasů t_{mskut} [s] se provádí na celé sekundy. Zaokrouhlení se provádí asymetricky, zpravidla do 0,3 s (vč.) dolů, od 0,3 s nahoru.

Určení skutečného mezičasu pro kolizní směry VA1 a VB1

$$t_m = 3,5 - 2,3 + 2 = 3,2s \rightarrow \text{zaokrouhlení dolů.}$$

$$t_m = 3,2s$$

$$t_{mskut} = 3s$$

VA1 najíždí - VB2 vyklizuje

Určení najížděcí doby směru VA1 (viz 4.17)

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} = \frac{35,1}{7} = 5s$$

Určení vyklizovací doby směru VB2 (viz 4.18)

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} = \frac{29,8 + 5}{9,7} = 3,6s$$

Určení mezičasu pro kolizní směry VA1 a VB2 (viz 4.19)

$$t_m = 3,6 - 5 + 2 = 0,6s \rightarrow \text{zaokrouhlení nahoru.}$$

$$t_m = 0,6s$$

$$t_{mskut} = 1s$$

VA1 najíždí - VC2 vyklizuje

Určení najížděcí doby směru VA1 (viz 4.17)

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} = \frac{23,2}{7} = 3,3s$$

Určení vyklizovací doby směru VC2 (viz 4.18)

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} = \frac{27 + 5}{9,7} = 3,3s$$

Určení mezičasu pro kolizní směry VA1 a VC2 (viz 4.19)

$$t_m = 3,3 - 3,3 + 2 = 2s$$

$$t_m = 2s$$

$$t_{mskut} = 2s$$

VA1 najíždí - VC3 vyklizuje

Určení najížděcí doby směru VA1 (viz 4.17)

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} = \frac{37,3}{7} = 5,3s$$

Určení vyklizovací doby směru VC3 (viz 4.18)

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} = \frac{26,2 + 5}{7} = 4,5s$$

Určení mezičasu pro kolizní směry VA1 a VC3 (viz 4.19)

$$t_m = 4,5 - 5,3 + 2 = 1,2s \rightarrow \text{zaokrouhlení dolů.}$$

$$t_m = 1,2s$$

$$t_{mskut} = 1s$$

VA1 najíždí - VD1 vyklizuje

Určení najížděcí doby směru VA1 (viz 4.17)

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} = \frac{29,8}{7} = 4,3s$$

Určení vyklizovací doby směru VD1 (viz 4.18)

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} = \frac{13,2 + 5}{7} = 2,6s$$

Určení mezičasu pro kolizní směry VA1 a VD1 (viz 4.19)

$$t_m = 2,6 - 4,3 + 2 = 0,3s \rightarrow \text{zaokrouhlení dolů.}$$

$$t_m = 1,2s$$

$$t_{mskut} = 1s$$

VA1 najíždí - VD2 vyklizuje

Určení najížděcí doby směru VA1 (viz 4.17)

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} = \frac{19,7}{7} = 2,8s$$

Určení vyklizovací doby směru VD2 (viz 4.18)

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} = \frac{19,6 + 5}{9,7} = 2,5s$$

Určení mezičasu pro kolizní směry VA1 a VD2 (viz 4.19)

$$t_m = 2,5 - 2,8 + 2 = 1,7s \rightarrow \text{zaokrouhlení nahoru.}$$

$$t_m = 1,7s$$

$$t_{mskut} = 2s$$

VA1 najíždí - PD vyklizuje

Určení najížděcí doby směru VA1 (viz 4.17)

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} = \frac{35,7}{7} = 5,1s$$

Určení vyklizovací doby směru PD (viz 4.18)

$$t_v = \frac{L_v + l_{voz}}{v_v} = \frac{10,6 + 0}{1,4} = 7,6s$$

Určení mezičasu pro kolizní směry VA1 a PD (viz 4.19)

$$t_m = 7,6 - 5,1 + 0 = 2,5s \rightarrow \text{zaokrouhlení nahoru.}$$

$$t_m = 2,5s$$

$$t_{mskut} = 3s$$

Tento postup výpočtu byl aplikován na výpočet všech mezičasů pro zbývající najížděcí a vyklízející směry (viz příloha č. H).

Tabelární podoba výpočtu najížděcího směru A1 a vyklizujících směrů VB1, VB2, VC2, VC3, VD1, VD2 a PD znázorňuje tabulka č. 15.

Tabulka č. 15. - Tabulka mezičasů najížděcího směru A1

Najíždí	Vyklizuje						
VA1	VB1	VB2	VC2	VC3	VD1	VD2	PD
Lv [m]	19,3	29,8	27	26,2	13,2	19,6	10,6
Ln [m]	15,8	35,1	23,2	37,3	29,8	19,7	35,7
Vv [m/s]	7	9,7	9,7	7	7	9,7	1,4
Vn [m/s]	7	7	7	7	7	7	7
Lvoz [m]	5	5	5	5	5	5	0
tv [s]	3,5	3,6	3,3	4,5	2,6	2,5	7,6
tn [s]	2,3	5,0	3,3	5,3	4,3	2,8	5,1
tb [s]	2	2	2	2	2	2	0
tm [s]	3,2	0,6	2,0	1,1	0,3	1,7	2,5
tmskut [s]	3	1	2	1	1	2	3

4.3.4.3. Určení mezičasů pro jednotlivé kombinace fází

Signální skupina často řídí provoz ve více proudech nebo směrech, existuje obvykle více kolizních ploch a tedy i více mezičasů. Rozhodující mezičasy jsou pak ty, které dosahují největších hodnot [8] (viz tabulka č. 16).

Pro určení rozhodujících mezičasů pro jednotlivé kombinace fází bylo vycházeno ze stanovených fází a tabulek najížděcích směrů (viz příloha I-I).

Tabulka č. 16. - Tabulky pro určení rozhodujícího mezičasu pro fázi 1

1 a 2	Najíždí z 2. fáze						1 a 3	Najíždí z 3. fáze		
Vyklizuje	VB1	VB2	VB3	VD1	VD2	VD3	Vyklizuje	VC1	VC2	VC3
VA1	2	5	-	5	4	-	VA1	-	3	5
VA2	3	4	4	3	2	-	VA2	2	-	-
VA3	-	-	-	-	2	-	VA3	0	-	-
tm1,2	5s						tm1,3	5s		

Hodnoty rozhodujících mezičasů pro fáze 2 a 3 jsou uvedeny v příloze č. I-8. Srovnání všech rozhodujících mezičasů znázorňuje tabulka č. 17.

Tabulka č. 17. - Srovnání rozhodujících mezičasů jednotlivých kombinací fází

Kombinace fází	tm [s]	Kombinace fází	tm [s]	Kombinace fází	tm [s]
1 a 2	5	2 a 1	4	3 a 1	6
1 a 3	5	2 a 3	4	3 a 2	6

4.3.4.5. Volba optimálního pořadí fází

Optimální pořadí fází se volí tak, aby se součet jednotlivých rozhodujících mezičasů minimalizoval. Pro navržené třífázové řízení křižovatky Výstavní - Halasova se jedná o dvě kombinace fází.

Určení součtu rozhodujících mezičasů

Podle [8] $t_{m,x} = \sum_{i=1}^n t_{m,i} = \min [s]$, kde: (4.20)

n počet fází,

x příslušné číslo kombinace fází,

$t_{m,x} [s]$... součet mezičasů,

$t_{m,i} [s]$... rozhodující mezičas mezi fázemi.

Kombinace fází č. 1 (viz 4.20): $t_{m,1} = t_{m,12} + t_{m,23} + t_{m,31} = 5 + 4 + 6 = 15s$

Kombinace fází č. 2 (viz 4.20): $t_{m,2} = t_{m,13} + t_{m,32} + t_{m,21} = 5 + 6 + 4 = 15s$

Součet rozhodujících mezičasů pro obě kombinace fází vyšel shodný. Na základě tohoto poznatku je možné zvolit obě kombinace fází. Pro další výpočty byla zvolena kombinace fází č. 1 s pořadím fází 1-2-3. Zvolená kombinace dosahuje hodnotu mezi času $t_{m,1} = 15s$.

4.3.4.6. Výpočet SSZ - Metoda saturovaného toku

Principem metody je stanovení délky cyklu a zelených v závislosti na stupni saturace vjezdů v jednotlivých fázích. Základním výpočtovým obdobím pro návrh signálního plánu a pro kapacitní posouzení jsou intenzity jedné hodiny. Pro výpočet byly použity intenzity špičkové hodiny, které byly přepočteny pomocí prognózního koeficientu - viz tabulka č. 12.

Saturovaný tok je maximální počet vozidel, která mohou projet profilem „stopčáry“ za jednotku času při ideálních podmínkách dopravního provozu [16].

Vzorový výpočet byl proveden pro fázi 1. Ve fázi 1 se nachází směry VA1, VA2, VA3.

Saturovaný tok vjezdu VA1

Podle [16] $S = S_{zakl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl}$ [j.v./h], kde: (4.21)

S [j.v./h] saturovaný tok vjezdu,

S_{zakl} [j.v./h] ... základní saturovaný tok vjezdu (viz příloha č. I-J),

k_{skl} [-] koeficient sklonu,

k_{obl} [-] koeficient oblouku.

$$S = S_{zakl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} = 1900 \cdot 1 \cdot 0,909 = 1727,27 \text{ j.v./h}$$

Koeficient sklonu vjezdu VA1

Podle [16] $k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot a$ [-], kde: (4.22)

a [%] ... podélný sklon stoupání (viz příloha č. I-J).

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot \alpha = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

Koeficient oblouku vjezdu VA1

Podle [16] $k = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f}$ [-], kde: (4.23)

R [m] poloměr odbočení,

f [j.v./h] ... podíl odbočujících jednotkových vozidel (viz příloha č. I-J).

$$k = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f} = \frac{15}{15 + 1,5 \cdot 1} = 0,909$$

Stupeň saturace vjezdu jezdu VA1

Podle [16] $y = \frac{I}{S}$ [-], kde: (4.24)

I [j.v./h] ... intenzita vozidel na vjezdu.

$$y = \frac{I}{S} = \frac{435,9}{1727,27} = 0,2523$$

Saturovaný tok vjezdu VA2 (viz 4.21)

$$S = S_{zakl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} = 1900 \cdot 1 \cdot 1 = 1900 \text{ j.v./h}$$

Koeficient sklonu vjezdu VA2 (4.22)

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot \alpha = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

Koeficient oblouku vjezdu VA2 (viz 4.23)

$$k = 1$$

Stupeň saturace vjezdu jezdu VA2 (viz 4.24)

$$y = \frac{I}{S} = \frac{320,7}{1900} = 0,1688$$

Saturovaný tok vjezdu VA3 (viz 4.21)

$$S = S_{zakl} \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} = 1900 \cdot 1 \cdot 0,972 = 1847,63 \text{ j.v./h}$$

Koeficient sklonu vjezdu VA3 (4.22)

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot \alpha = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

Koeficient oblouku vjezdu VA3 (viz 4.23)

$$k = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f} = \frac{52,9}{52,9 + 1,5 \cdot 1} = 0,972$$

Stupeň saturace vjezdu jezdu VA3 (viz 4.24)

$$y = \frac{I}{S} = \frac{405,3}{1900} = 0,2133$$

Celkový stupeň saturace

$$\text{Podle [16]} \quad Y = \sum_{i=1}^n \max y_i \text{ [-]}, \text{ kde:} \quad (4.25)$$

n ... počet fází v jednom cyklu,

i ... pořadové číslo fáze cyklu

$$Y = \sum_{i=1}^n \max y_i = 0,2523 + 0,1774 + 0,1653 = 0,595$$

Výpočtová délka cyklu

Podle [16] $C_{\text{vyp}} = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y}$ [s], kde: (4.26)

C_{vyp} [s] ... výpočtová délka cyklu,

L [s] celkový ztrátový čas za cyklus,

Y celkový stupeň saturace.

$$C_{\text{vyp}} = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y} = \frac{1,5 \cdot 12 + 5}{1 - 0,595} = 56,79s$$

Reálný cyklus

Reálný cyklus C se pohybuje v intervalu $0,75 \cdot C_{\text{vyp}} < C < 1,5 \cdot C_{\text{vyp}}$

Reálný cyklus $42,6 < C < 85,2$

Reálný cyklus byl zvolen $C = 66s$

Výpočet doby zeleného signálu pro 1.fázi

Podle [16] $z = \frac{\max y \cdot (C - L)}{Y} - 1$ [s], kde: (4.27)

z [s] doba zeleného signálu.

$\max y$ [-] ... maximální hodnota stupně saturace jedné fáze

$$z = \frac{\max y \cdot (C - L)}{Y} - 1 = \frac{0,2523 \cdot (66 - 12)}{0,595} - 1 = 22s$$

Efektivní doba zelené pro 1. fázi

Podle [16] $z' = z + 1$ [s], kde: (4.28)

z' [s] ... efektivní doba zelené

$$z' = z + 1 = 22 + 1 = 23s$$

Kapacita vjezdu VA1

Podle [16] $K = S \cdot \frac{z'}{C}$ [j.v.], kde: (4.29)

K [j.v.] ... kapacita vjezdu

$$K = S \cdot \frac{z'}{C} = 1727,27 \cdot \frac{23}{66} = 601,93 \text{ j.v./h}$$

Rezerva kapacity vjezdu VA1

Podle [16] $Re z = \left(1 - \frac{I}{K}\right) \cdot 100 [\%]$, kde: (4.30)

$Re z [\%]$... rezerva kapacity vjezdu,

$I [\text{j.v./h}]$... intenzita vozidel na vjezdu,

$K [\text{j.v.}]$... kapacita vjezdu.

$$Re z = \left(1 - \frac{I}{K}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{435,9}{601,93}\right) \cdot 100 = 27,59\%$$

Kapacita vjezdu VA2 (viz 4.29)

$$K = S \cdot \frac{z'}{C} = 1900 \cdot \frac{23}{66} = 662,12 \text{ j.v./h}$$

Rezerva kapacity vjezdu VA2 (viz 4.30)

$$Re z = \left(1 - \frac{I}{K}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{320,7}{662,12}\right) \cdot 100 = 51,56\%$$

Kapacita vjezdu VA3 (viz 4.29)

$$K = S \cdot \frac{z'}{C} = 1847,63 \cdot \frac{23}{66} = 643,87 \text{ j.v./h}$$

Rezerva kapacity vjezdu VA3 (viz 4.30)

$$Re z = \left(1 - \frac{I}{K}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{405,3}{643,87}\right) \cdot 100 = 37,06\%$$

Tento postup výpočtu byl aplikován pro výpočet zbývajících fází 2. a 3. Vypočtené hodnoty byly sestaveny do tabelární podoby z důvodu lepší přehlednosti (viz tabulka č. 18).

4.3.4.7. Vyhodnocení metody

Použitím metody saturevaného toku byly zjištěny všechny hodnoty, které jsou potřebné k sestavení signálního plánu pro křižovatku Výstavní - Halasova. Na základě hodnot uvedených v tabulce č. 18. byl sestaven signální plán pro křižovatku Výstavní - Halasova (viz obrázek č.19 a příloha č.I-K). Z důvodu velmi nízkých intenzit chodců byla stanovena minimální délka zeleného signálu 5s [16].

Tabulka č. 18. - Vypočtené hodnoty pomocí metody saturevaného toku pro křižovatku Výstavní - Halasova

Fáze	Směr fáze	Výpočtové zatížení I [j.v./h]	Doba zeleného signálu z [s]	Rozhodující mezičas tm [s]	Doba cyklu C [s]	Kapacita vjezdu K [j.v./h]	Rezerva kapacity vjezdu Rez [%]
1.	VA1	435,9	22	5	66	601,9	27,6
	VA2	320,7				662,1	51,6
	VA3	405,3				643,9	37,1
2.	VB1	67,9	15	4		215,9	68,6
	VB2,3	79,4				411,7	80,7
	VD1	15,0				215,9	93,1
	VD2,3	286,0				393,3	27,3
3.	VC1	27,6	14	6		423,3	93,5
	VC2,3	321,2				438,8	26,8



Obr. č. 19. - Signální plán křižovatky Výstavní - Halasova

5. Ověření průjezdnosti křižovatky vlečnými křivkami a provedení simulace

Ověření průjezdnosti variantních návrhů úprav organizace a řízení na křižovatce Výstavní - Halasova bylo provedeno pomocí počítačového softwaru Auto TURN. Podkladem byly návrhové výkresy okružní křižovatky a křižovatky se SSZ (viz přílohy II - 1B, II - 1C , II - 2B).

Provedení simulací variantních návrhů úprav organizace a řízení na křižovatce Výstavní - Halasova bylo provedeno na základě vypočtených hodnot v počítačovém softwaru PTV VISSIM. Simulace byly provedeny pro návrhové intenzity špičkové hodiny. Skladba dopravního proudu byla stanovena dle přesných hodnot získaných pomocí dopravního průzkumu (viz přílohy III - a, III - b).

6. Zhodnocení návrhů a výběr nejvhodnějšího návrhu

Zhodnocení variantních návrhů bylo provedeno z ekonomického a bezpečnostního hlediska. Do ekonomického zhodnocení byly započítány pouze náklady na vybudování daných návrhů.

Okružní křižovatka

Pro realizaci návrhu okružní křižovatky bude nutné vynaložit největší náklady na stavební úpravy. Stavební úpravy zahrnují rekonstrukci celé komunikace a vybudování směrovacích ostrůvků. Dále je nutné provést rekonstrukci vodorovného a svislého značení a to z důvodu celkové změny organizace a řízení silniční dopravy. Celkové náklady na vybudování okružní křižovatky byly stanoveny na 2 977 450 Kč (viz tabulka č. 19)

Tabulka č. 19.-Ekonomické zhodnocení návrhu okružní křižovatky Výstavní - Halasova
[17]

Dopravní značení	Množství	Jednotka	Cena jednotky	Cena celkem
Vodorovné dopravní značení	103	m^2	470	48 410 Kč
Svislé dopravní značení	12	ks	5485	65 820 Kč
Cena dopravního značení:				114 230 Kč
Stavební úpravy	Množství	Jednotka	Cena jednotky	Cena celkem
Rekonstrukce vozovky	729	m^2	3680	2 682 720 Kč
Rekonstrukce chodníku	54	m^2	600	32 400 Kč
Vybudování směrovacích ostrůvků	37	m^2	1300	48 100 Kč
Rzerva	1	ks	100000	100 000 Kč
Cena stavebních úprav:				2 863 220 Kč
Celkové náklady				
Cena dopravního značení:				114 230 Kč
Cena stavebních úprav:				2 863 220 Kč
Celková cena:				2 977 450 Kč

Výhodou návrhu okružní křižovatky je snížení počtu kolizních bodů, snížení nájezdových rychlostí, zmírnění následků dopravních nehod, zvýšení plynulosti dopravního provozu a snadná udržitelnost.

Z hlediska kapacitních výpočtů je návrh okružní křižovatky nevyhovující. Průměrná hodnota rezervy ramene A (ul. Halasova) dosáhla záporných hodnot. To znamená, že na okružní křižovatce by docházelo ke kongesci.

Návrh okružní křižovatky byl ovlivněn také rozměrovými parametry a okolní zástavbou. Okružní křižovatka byla navržena na největší možný vnější průměr. Při ověření průjezdnosti křižovatky bylo zjištěno, že není možný průjezd směrdatných vozidel. Na základě ověření průjezdnosti je návrh okružní křižovatky nevyhovující.

Křižovatka řízená světelnou signalizací

V případě návrhu světelného signalizačního zařízení bude nutné provést stavební úpravy ramene C (ul. Halasova) a ramene D (ul. Výstavní) za účelem přidání jízdního pruhu pro levé odbočení na obě ramena. Nejvyšší částka bude investována do světelného signalizačního zařízení. Celkové náklady na vybudování světelného signalizačního zařízení byly stanoveny na 3 198 590 Kč (viz tabulka č. 20) .

Tabulka č. 20. - Ekonomické zhodnocení návrhu SSZ Výstavní - Halasova [17]

Dopravní značení	Množství	Jednotka	Cena jednotky	Cena celkem
Vodorovné dopravní značení	94		470	44180
Svislé dopravní značení	10		5485	54850
Cena dopravního značení:				99030
Stavební úpravy				
Rekonstrukce vozovky	67		3680	246560
Rekonstrukce chodníku	80		600	48000
Rezerva	1		100000	100000
Cena stavebních úprav:				394560
SSZ				
Stožár	6		60000	360000
Výložník	4		50000	200000
Návěstidlo tříbarevné soustavy	12		50000	600000
Návěstidlo dvoubarevné soustavy	4		35000	140000
Řadič světelné signalizace	1		800000	800000
Návrh signálního plánu	1		75000	75000
Ostatní materiál	1		30000	30000
Rezerva	1		500000	500000
Cena SSZ:				2705000
Celkové náklady				
Cena dopravního značení:				99030
Cena stavebních úprav:				394560
Cena SSZ:				2705000
Celková cena:				3198590

Výhodou návrhu SSZ je úplné odstranění kolizních bodů, zajištění bezpečnosti vozidel a chodců, snížení počtu konfliktních situací a zvýšení plynulosti dopravního provozu.

Nevýhodou křižovatky se SSZ je závislost na zdroji elektrické energie. Bez dodávky elektrické energie je křižovatka řízena pouze dopravním značením. Další nevýhodou je větší koncentrace výfukových plynů.

Z hlediska kapacitních výpočtů je návrh SSZ vyhovující. Kapacity všech ramen křižovatky dosahují dostatečných hodnot. Na křižovatce nebude docházet ke kongesci.

Návrh SSZ je vyhovující i z hlediska rozměrových parametrů. Při ověření průjezdnosti křižovatky, byla dokázána průjezdnost směrodatných vozidel.

Po vyhodnocení všech kladů a záporu řešených variant byl vybrán, jako nejvhodnější řešení usměrnění dopravního proudu, návrh světelného signalizačního zařízení.

7. Závěr

V úvodní části bakalářské práce byla popsána křižovatka Výstavní - Halasova v Ostravě - Vítkovicích. Na této křižovatce byl proveden dopravní průzkum, pomocí kterého byly získány hodnoty intenzit dopravního proudu a na základě těchto intenzit byl sestaven pentlogram a kartogram. Dále byly získány informace o složení dopravního proudu.

V následující části byly provedeny analýzy dopravní nehodovosti a konfliktních situací. Na křižovatce Výstavní - Halasova se stalo v období let 2005 - 2009 celkem 29 dopravních nehod. Příčinou většiny dopravních nehod bylo nedání přednosti v jízdě. Tato příčina byla taky zaznamenána v analýze konfliktních situací jako nejpočetnější.

K odstranění konfliktních situací, zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravního provozu byly navrženy dvě varianty řešení. První variantou byl návrh okružní křižovatky a druhou variantou byl návrh světelného signalizačního zařízení.

Pro navržené varianty úprav organizace a řízení byly provedeny kapacitní výpočty. Při výpočtech kapacitních rezerv okružní křižovatky byly použity tři metody (metoda Brilona a Stuweho, metoda EPFL a metoda VSS). Tyto metody byly srovnány. Výpočet SSZ byl prováděn pomocí metody saturovaného toku. Bylo navrženo tří fázové schéma. Pro každou fázi byla vypočtena doba zelené. Na základě těchto dob zelených jednotlivých fází byl sestaven signální plán.

V závěrečné kapitole byly variantní návrhy zhodnoceny podle ekonomického a bezpečnostního hlediska. Po zhodnocení a uvážení všech výhod a nevýhod byl zvolen jeden z variantních návrhů. Zvoleným návrhem je křižovatka řízená pomocí SSZ.

8. Seznam literatury

- [1] Ondříšková, Iva; Konvičná, Iveta; Nenička, Dušan. Učební text pro 1. ročník SOŠ Kyjov: *Silniční doprava*.
- [2] *Wikipedie.cz* [online]. [cit. 2010-23-10]. Dostupný z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Vítkovice_\(Ostrava\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vítkovice_(Ostrava))
- [3] *Ostrava.cz* [online]. [cit. 2010-23-10]. Dostupný z <http://www.ostrava.cz/jahia/Jahia/site/ostrava/ostrava/turista/turisticke-zajimavosti/technicke-pamatky-a-zajimavosti>
- [4] *Mapy* [online].]. [cit. 2010-18-11]. Dostupný z: <http://maps.google.cz/>
- [5] *Jízdní řády* [online].]. [cit. 2010-20-11]. Dostupný z: <http://dpo.cz/jr/bus.htm>
- [6] Křivda, Vladislav. *Základy organizace a řízení silniční dopravy*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2007, 170s. ISBN 978-80-248-1253-3
- [7] *Technické podmínky TP 188 - Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek*. Liberec: EDIP. Nakladatelství Koura publishing. 2007, 64s. ISBN 978-80-902527-6-9
- [8] Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení II*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154s. ISBN 978-80-248-2123-8
- [9] *Statistika CZ* [online]. [cit. 2010-23-11]. Dostupný z: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>
- [10] *Statistika OV* [online]. [cit. 2010-23-11]. Dostupný z: <http://www.ostrava.cz/jahia/Jahia/site/ostrava/ostrava/obcan/magistrat>
- [11] Hohn Petr. Osobní sdělení. Nehodovost křižovatky Výstavní - Halasova, Ostrava, 2010
- [12] Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158s. ISBN 80-248-1030-1
- [13] ČSN 73 6110 *Projektování místních komunikací*, 2006.
- [14] Křivda Vladislav. Osobní sdělení. Přepočtový koeficient pro výhledové intenzity.
- [15] *Technické podmínky TP 135 - Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*. Ostrava: V-projekt, Ministerstvo dopravy ČR, 2005
- [16] *Technické podmínky TP 81 - Zásady pro navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích*. 2. vyd., Brno: Centrum dopravního průzkumu Brno, 2006, 124s. ISBN 80-86502-30-9
- [17] Kramný, Jakub. Osobní sdělení. Ceník k ekonomickému zhodnocení, Ostrava 2011

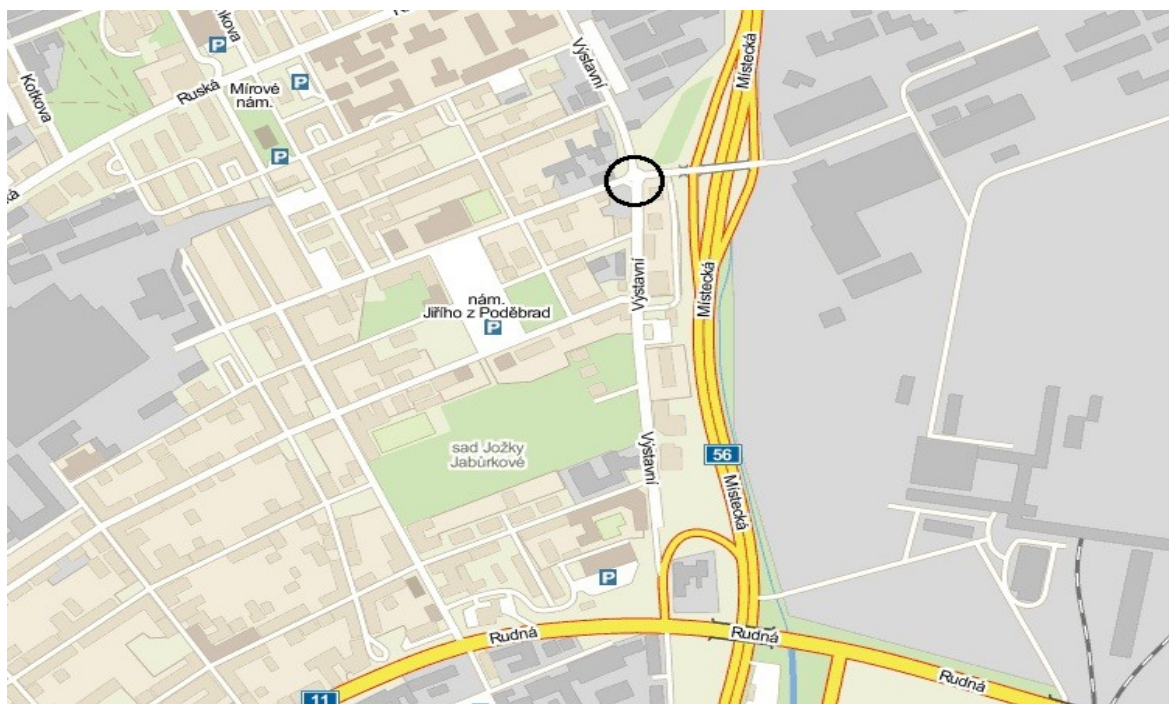
9. Seznam příloh

- I) Obrázky a tabulky
- II) Výkresová dokumentace
- III) Vizualizace v programu PTV VISSIM

Přílohy I) Obrázky a tabulky

Přílohy I.

Příloha I-A.: Lokalizace křižovatky Výstavní - Halasova v Ostravě - Vítkovicích a přilehlé komunikací R56 (Místecká) a silnice I. třídy I/11 (Rudná) [4].



Příloha I-B.: Dopravní průzkum na křižovatce Výstavní - Halasova.

Náhled na křižovatku s vyznačeným místem, na kterém byl pořízen videozáznam.



Datum průzkumu: 3.11.2010, středa, pracovní den

Doba měření: 14:00 - 16:00

Průzkum provedl: Martin Míček

Počasí: jasno, bezvětří

Průzkum 14:00 - 16:00

Hodnoty v tabulce jsou uvedeny v počtu skutečných vozidel.

	Na rameno A	Na rameno B	Na rameno C	Na rameno D	Σ výjezd
Z ramena A	X	656	474	752	1882
Z ramena B	109	X	28	83	220
Z ramena C	355	48	X	134	537
Z ramena D	343	100	21	X	464
Σ vjezd	807	804	523	969	3103

Průzkum 14:00 - 16:00

Hodnoty v tabulce jsou uvedeny v j.v.

	Na rameno A	Na rameno B	Na rameno C	Na rameno D	Σ výjezd
Z ramena A	X	686,9	499,2	789,3	1975,4
Z ramena B	112	X	28,5	91	231,5
Z ramena C	384,9	51	X	140,1	576
Z ramena D	343,7	100,4	26,5	X	470,6
Σ vjezd	840,6	838,3	554,2	1020,4	3253,5

Průzkum stanovené špičkové hodiny 14:00 - 15:00

Hodnoty v tabulce jsou uvedeny v počtu skutečných vozidel.

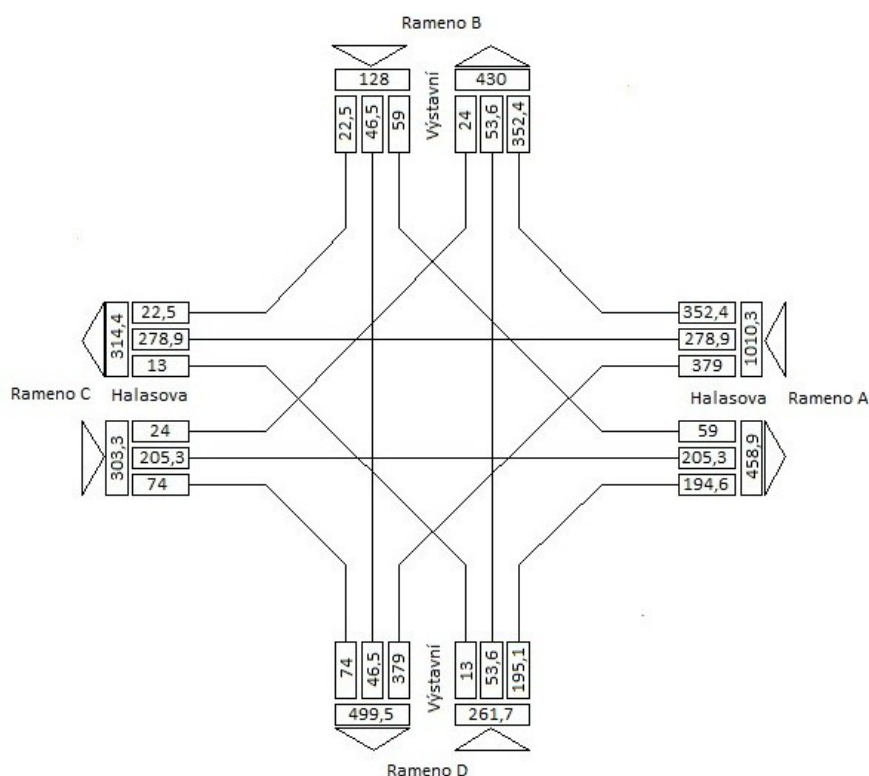
	Na rameno A	Na rameno B	Na rameno C	Na rameno D	Σ výjezd
Z ramena A	X	336	267	352	955
Z ramena B	58	X	22	42	122
Z ramena C	189	22	X	71	282
Z ramena D	194	53	10	X	257
Σ vjezd	441	411	299	465	1616

Průzkum stanovené špičkové hodiny 14:00 - 15:00

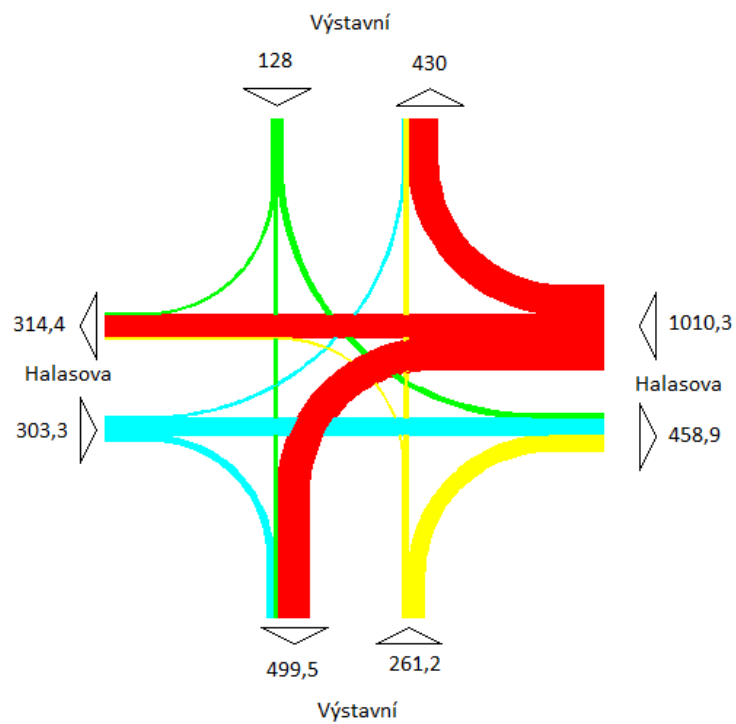
Hodnoty v tabulce jsou uvedeny v j.v.

	Na rameno A	Na rameno B	Na rameno C	Na rameno D	Σ výjezd
Z ramena A	X	352,4	278,9	379	1010,3
Z ramena B	59	X	22,5	46,5	128
Z ramena C	205,3	24	X	74	303,3
Z ramena D	195,1	53,6	13	X	261,7
Σ vjezd	459,4	430	314,4	499,5	1703,3

Kartogram stanovený pro špičkovou hodinu 14:00 - 15:00.



Pentlogram stanovený pro špičkovou hodinu 14:00 - 15:00.



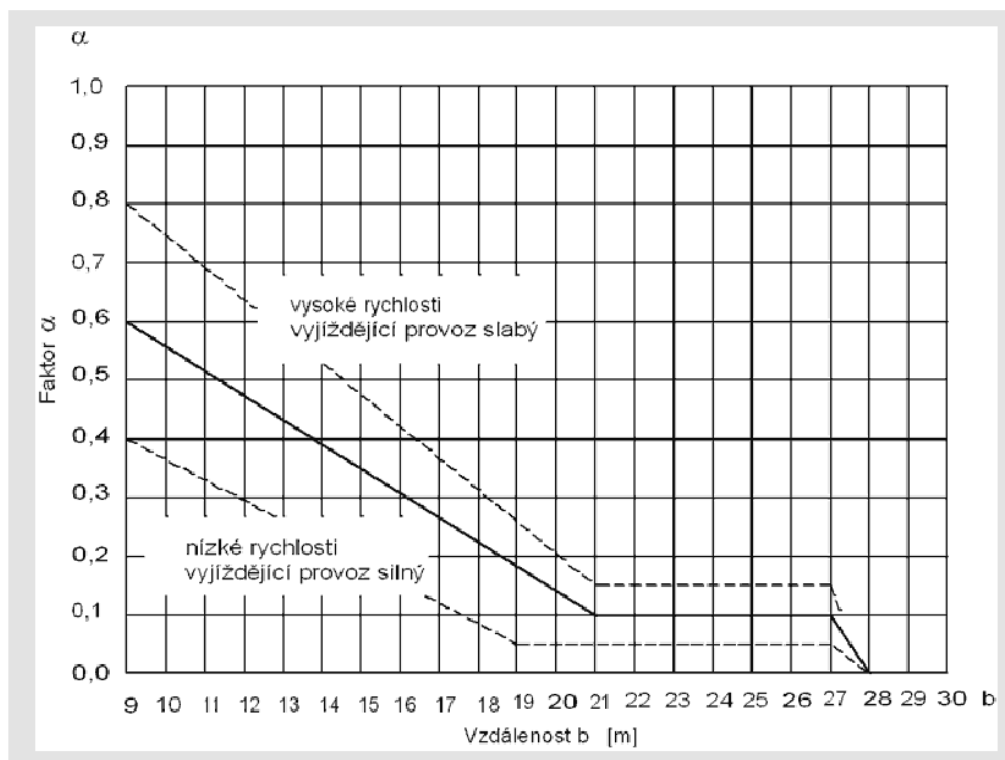
Příloha I-C.: Tabulka dopravní nehodovost na křižovatce Výstavní - Halasova pro období let 2005 - 2009 [11].

Rok dopravní nehody	Číslo dopravní nehody	Den	Měsíc	Hodina	Minuta	Příčina	Zranění	Počet zraněných osob	Hmotná škoda ve 100 Kč
2005	648	2	2	13	55	Nedodržení bezpečné vzdálenosti	-	-	51
2005	1107	25	2	22	25	Přednost v jízdě	-	-	1900
2005	5479	8	11	7	0	Přednost v jízdě	-	-	3000
2005	5699	19	11	9	5	Špatný stav vozovky - náledí	-	-	700
2006	1920	11	4	11	55	Přednost v jízdě	-	-	350
2006	2699	22	5	14	30	Přednost v jízdě	-	-	600
2006	2916	1	6	15	10	Přednost v jízdě	Lehké zranění	1	800
2006	3615	13	7	10	50	Nevěnování se řízení	-	-	60
2006	3781	27	7	8	5	Přednost v jízdě	Lehké zranění	1	990
2007	471	1	2	16	20	Přednost v jízdě	-	-	200
2007	1299	27	3	15	40	Přednost v jízdě	-	-	450
2007	2108	16	5	11	10	Přednost v jízdě	-	-	750
2007	2716	20	6	11	45	Přednost v jízdě	-	-	350
2007	3666	20	8	11	30	Přednost v jízdě	-	-	900
2007	5450	25	11	9	0	Přednost v jízdě	-	-	600
2007	5897	17	12	13	10	Přednost v jízdě	-	-	1200
2008	48	6	1	11	45	Přednost v jízdě	-	-	770
2008	119	11	1	8	5	Nedostatečná boční vůle	-	-	70
2008	544	10	2	11	20	Přednost v jízdě	-	-	700
2008	1036	17	3	6	10	Přednost v jízdě	-	-	350
2008	2562	30	6	21	20	Přednost v jízdě	-	-	300
2008	2733	15	7	6	10	Přednost v jízdě	-	-	700
2008	2759	17	7	6	3	Přednost v jízdě	-	-	10
2008	3057	8	8	14	20	Nedodržení bezpečné vzdálenosti	-	-	500
2008	3230	22	8	8	30	Přednost v jízdě	-	-	960
2008	4378	5	11	17	15	Chyba při udávání směru	-	-	110
2009	220	21	1	5	30	Přednost v jízdě	-	-	1000
2009	2723	23	11	12	20	Nesprávné uložení nákladu	-	-	700
2009	2859	11	12	12	40	Přednost v jízdě	-	-	100

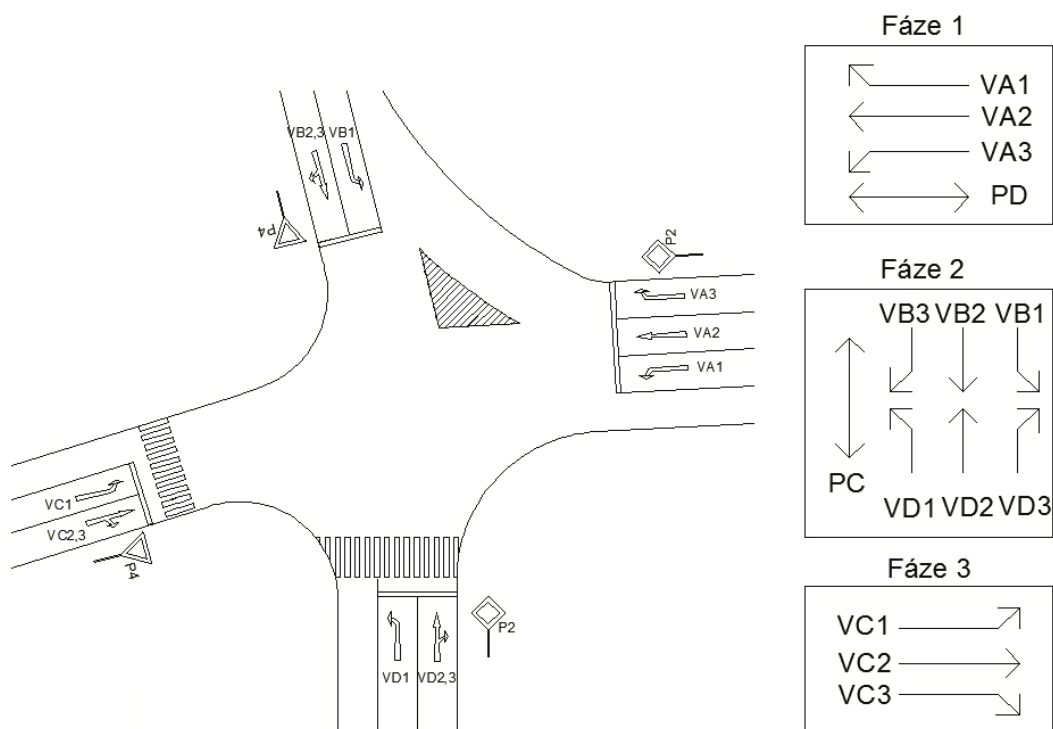
Příloha I-D.: Tabulka konfliktních situací křižovatky Výstavní - Halasova.

Císlo Konfliktní situace	Čas konfliktní situace	Symbol konfliktní situace	Popis konfliktní situace
1.	14:01:12	6C2	Vozidlo jedoucí z ramena C na B nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na C.
2.	14:01:25	9C2	Vozidlo jedoucí z ramena C na B nedalo přednost motocyklu jedoucímu z ramene A na C.
3.	14:01:48	6p2	Vozidlo jedoucí z ramena A na D svou pasivitou brzdí provoz.
4.	14:05:53	2f1	Vznik fronty na vedlejší komunikaci.
5.	14:06:37	6C2	Vozidlo jedoucí z ramena C na B nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na C.
6.	14:08:32	6A2	Vozidlo jedoucí z ramena B na D nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na C.
7.	14:09:07	4ch2	Chodec ve vozovce mimo přechod pro chodce.
8.	14:09:14	6A2	Vozidlo jedoucí z ramena B na D nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na C.
9.	14:10:00	2f1	Vznik fronty na vedlejší komunikaci.
10.	14:10:41	6C2	Vozidlo jedoucí z ramene B na A nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene C na A.
11.	14:04:00	6C2	Vozidlo jedoucí z ramene B na A nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na D.
12.	14:54:00	6C2	Vozidlo jedoucí z ramene B na A nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na D.
13.	14:15:07	6C2	Vozidlo jedoucí z ramene B na A nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na D.
14.	14:15:10	6A2	Vozidlo jedoucí z ramene B na D nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na C.
15.	14:17:27	6C2	Vozidlo jedoucí z ramene B na A nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na D.
16.	14:18:38	6A2	Vozidlo jedoucí z ramene B na D nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na C.
17.	14:22:02	6A3	Vozidlo jedoucí z ramene B na D nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na C.
18.	14:22:58	6C2	Vozidlo jedoucí z ramene D na B nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na D.
19.	14:23:06	4ch2	Chodec ve vozovce mimo přechod pro chodce.
20.	14:23:33	6C2	Vozidlo jedoucí z ramene B na A nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na C.
21.	14:25:51	9C2	Autobus jedoucí z ramene B na A nedal přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na D.
22.	14:27:06	4ch2	Chodec ve vozovce mimo přechod pro chodce.
23.	14:29:33	9p2	Autobus jedoucí z ramene A na D pouští autobus jedoucí z ramene C na A a brzdí provoz
24.	14:30:07	6C2	Vozidlo jedoucí z ramene B na A nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene C na A
25.	14:33:29	6C3	Vozidlo jedoucí z ramene B na A nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene C na A
26.	14:35:34	6C2	Vozidlo jedoucí z ramene C na A nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na D.
27.	14:38:25	6C2	Vozidlo jedoucí z ramene B na A nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na D.
28.	14:40:55	4ch2	Chodec ve vozovce mimo přechod pro chodce.
29.	14:42:13	2f1	Vznik fronty na vedlejší komunikaci.
30.	14:43:36	6C2	Vozidlo jedoucí z ramene B na D nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene D na C
31.	14:48:38	6A2	Vozidlo jedoucí z ramene B na D nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene C na A
32.	14:53:00	6p2	Vozidlo jedoucí z ramene A na rameno D svou pasivitou brzdí provoz.
33.	14:58:49	6A2	Vozidlo jedoucí z ramena B na D nedalo přednost vozidlu jedoucímu z ramene A na C.

Příloha I-E.: Graf pro zjištění faktoru α [15].



Příloha I-F.: Fázové schéma křižovatky Výstavní - Halasova.



Příloha I-G.: Tabulka standardních hodnot pro výpočet mezičasů [16].

STANDARDNÍ HODNOTY PRO VÝPOČET MEZIČASŮ		
VYKLIZOVACÍ A NAJÍŽDĚCÍ RYCHLOSTI	km/h	m/s
Motorová vozidla:		
- v přímém směru	35	9,7
- v oblouku	25	7,0
Chodci	5	1,4
DÉLKA VYKLIZUJÍCÍHO VOZIDLA	l_{voz} (m)	
- motorová vozidla	5	
- chodci	0	
BEZPEČNOSTNÍ DOBA	t_b (s)	
- motorová vozidla	2	
- chodci	0	

Příloha I-H.: Tabulky najížděcích a vyklizujících směrů a stanovených mezičasů.

Fáze 1.

Najíždí	Vyklizuje						
VA2	VB1	VB2	VB3	VC1	VD1	VD2	PC
Lv [m]	13,3	13,2	18,7	27,22	31,2	25,1	8,15
Ln [m]	20,1	26,6	34,7	25	44,1	19,6	46,4
Vv [m/s]	7	9,7	7	7	7	9,7	1,4
Vn [m/s]	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
Lvoz [m]	5	5	5	5	5	5	0
tv [s]	2,6	1,9	3,4	4,6	5,2	3,1	5,8
tn [s]	2,1	2,7	3,6	2,6	4,5	2,0	4,8
tb [s]	2	2	2	2	2	2	0
tm [s]	2,5	1,1	1,8	4,0	2,6	3,1	1,0
tmskut [s]	3	1	2	4	3	3	1

Najíždí	Vyklizuje	
VA3	VC1	VD2
Lv [m]	56,6	53,9
Ln [m]	34,2	33,7
Vv [m/s]	7	9,7
Vn [m/s]	7	7
Lvoz [m]	5	5
tv [s]	8,8	6,1
tn [s]	4,9	4,8
tb [s]	2	2
tm [s]	5,9	3,3
tmskut [s]	6	4

Fáze 2.

Najíždí	Vyklizuje			
VB1	VA1	VA2	VC1	VC2
Lv [m]	15,8	20,1	32,33	44,6
Ln [m]	19,3	13,3	9	31
Vv [m/s]	7	9,7	7	9,7
Vn [m/s]	7	7	7	7
Lvoz [m]	5	5	5	5
tv [s]	3,0	2,6	5,3	5,1
tn [s]	2,8	1,9	1,3	4,4
tb [s]	2	2	2	2
tm [s]	2,2	2,7	6,0	2,7
tmskut [s]	2	3	6	3

Najíždí	Vyklizuje					
VB2	VA1	VA2	VC1	VC2	VC3	PD
Lv [m]	35,1	26,6	24,6	22,4	26,2	10,6
Ln [m]	29,8	13,2	14,7	20,2	32,8	30,4
Vv [m/s]	7	9,7	7	9,7	7	1,4
Vn [m/s]	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
Lvoz [m]	5	5	5	5	5	0
tv [s]	5,7	3,3	4,2	2,8	4,5	7,6
tn [s]	3,1	1,4	1,5	2,1	3,4	3,1
tb [s]	2	2	2	2	2	0
tm [s]	4,7	3,9	4,7	2,7	3,1	4,4
tmskut [s]	5	4	5	3	3	5

Najíždí	Vyklizuje	
VB3	VA2	PC
Lv [m]	34,7	8,15
Ln [m]	18,7	30,5
Vv [m/s]	9,7	1,4
Vn [m/s]	7	7
Lvoz [m]	5	0
tv [s]	4,1	5,8
tn [s]	2,7	4,4
tb [s]	2	0
tm [s]	3,4	1,5
tmskut [s]	4	2

Najíždí	Vyklizuje					
VD1	VA1	VA2	VC1	VC2	PD	PC
Lv [m]	29,8	44,1	16,7	19,7	6	8,15
Ln [m]	12,7	31,2	21,9	17,4	8	34,3
Vv [m/s]	7	9,7	7	9,7	1,4	1,4
Vn [m/s]	7	7	7	7	7	7
Lvoz [m]	5	5	5	5	0	0
tv [s]	5,0	5,1	3,1	2,5	4,3	5,8
tn [s]	1,8	4,5	3,1	2,5	1,1	4,9
tb [s]	2	2	2	2	0	0
tm [s]	5,2	2,6	2,0	2,1	3,1	0,9
tmskut [s]	5	3	2	2	3	1

Najíždí	Vyklizuje					
VD2	VA1	VA2	VA3	VC1	VC2	PD
Lv [m]	19,7	19,6	34,2	32,5	29,9	12,7
Ln [m]	19,6	25,1	53,9	37,7	17,7	6
Vv [m/s]	7	9,7	7	7	9,7	1,4
Vn [m/s]	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
Lvoz [m]	5	5	5	5	5	0
tv [s]	3,5	2,5	5,6	5,4	3,6	9,1
tn [s]	2,0	2,6	5,6	3,9	1,8	0,6
tb [s]	2	2	2	2	2	0
tm [s]	3,5	1,9	2,0	3,5	3,8	8,5
tmskut [s]	4	2	2	4	4	9

Najíždí	Vyklizuje	
VD3	VC2	PD
Lv [m]	41,9	12,7
Ln [m]	24,6	8
Vv [m/s]	9,7	1,4
Vn [m/s]	7	7
Lvoz [m]	5	0
tv [s]	4,8	9,1
tn [s]	3,5	1,1
tb [s]	2	0
tm [s]	3,3	7,9
tmskut [s]	4	8

Fáze 3.

Najíždí	Vyklizuje						
VC1	VA2	VA3	VB1	VB2	VD1	VD2	PC
Lv [m]	25	34,2	9	14,7	21,9	37,7	4,8
Ln [m]	27,2	56,6	32,3	24,6	16,7	32,5	2
Vv [m/s]	9,7	7,0	7	9,7	7	9,7	1,4
Vn [m/s]	7	7	7	7	7	7	7
Lvoz [m]	5	5	5	5	5	5	0
tv [s]	3,1	5,6	2,0	2,0	3,8	4,4	3,4
tn [s]	3,9	8,1	4,6	3,5	2,4	4,6	0,3
tb [s]	2	2	2	2	2	2	0
tm [s]	1,2	-0,5	-0,6	0,5	3,5	1,8	3,1
tmskut [s]	2	0	0	1	4	2	3

Najíždí	Vyklizuje						
VC2	VA1	VB1	VB2	VD1	VD2	VD3	PC
Lv [m]	23,4	31	20,1	17,4	17,7	24,6	8,13
Ln [m]	27	44,6	22,4	19,7	29,9	41,9	2
Vv [m/s]	7	7,0	9,7	7	9,7	7	1,4
Vn [m/s]	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
Lvoz [m]	5	5	5	5	5	5	0
tv [s]	4,1	5,1	2,6	3,2	2,3	4,2	5,8
tn [s]	2,8	4,6	2,3	2,0	3,1	4,3	0,2
tb [s]	2	2	2	2	2	2	0
tm [s]	3,3	2,5	2,3	3,2	1,3	1,9	5,6
tmskut [s]	3	3	3	3	2	2	6

Najíždí	Vyklizuje			
VC3	VA1	VB2	PC	PD
Lv [m]	37,3	32,8	8,13	10,6
Ln [m]	26,2	26,2	2	24,8
Vv [m/s]	7	9,7	1,4	1,4
Vn [m/s]	7	7	7	7
Lvoz [m]	5	5	0	0
tv [s]	6,0	3,9	5,8	7,6
tn [s]	3,7	3,7	0,3	3,5
tb [s]	2	2	0	0
tm [s]	4,3	2,2	5,5	4,0
tmskut [s]	5	2	6	4

Příloha I-I.: Tabulky hodnot rozhodujících mezeitřasů pro fázi 2 a 3

Fáze 2.

2 a 1	Najíždí z 1. fáze		
Vyklizuje	VA1	VA2	VA3
VB1	3	3	-
VB2	1	1	-
VB3	-	2	-
VD1	1	3	-
VD2	2	3	4
VD3	-	-	-
tm2,1	4		

2 a 3	Najíždí z 3. fáze		
Vyklizuje	VC1	VC2	VC3
VB1	-	3	5
VB2	1	3	2
VB3	-	-	-
VD1	4	3	-
VD2	2	2	-
VD3	-	2	-
tm2,3	4		

Fáze 3.

3 a 1	Najíždí z 1. fáze		
Vyklizuje	VA1	VA2	VA3
VC1	-	4	6
VC2	2	-	-
VC3	1	-	-
tm3,1	6		

3 a 2	Najíždí z 2. fáze					
Vyklizuje	VB1	VB2	VB3	VD1	VD2	VD3
VC1	6	5	-	2	4	-
VC2	3	3	-	2	4	4
VC3	-	3	-	-	-	-
tm3,2	6					

Příloha I-J.: Hodnoty pro výpočet signálního plánu.

Saturovaný tok S

Základní saturovaný tok závisí pouze na místních dopravních podmínkách.

Základní saturovaný tok $S_{zakl} = 1900 \text{ j.v./h}$

Zvýšený saturovaný tok $S_{zakl} = 2000 \text{ j.v./h}$

Podélný sklon stoupání a

a [%] - max. $a = 10$

Při vodorovném sklonu komunikace nebo při klesání se zadává $a = 0$.

Podíl odbočujících vozidel z vjezdu f

$$f = \frac{I_{OV}}{I_{CV}} [\text{j.v./h}], \text{ kde:}$$

I_{OV} [j.v./h] ... intenzita odbočujících vozidel,

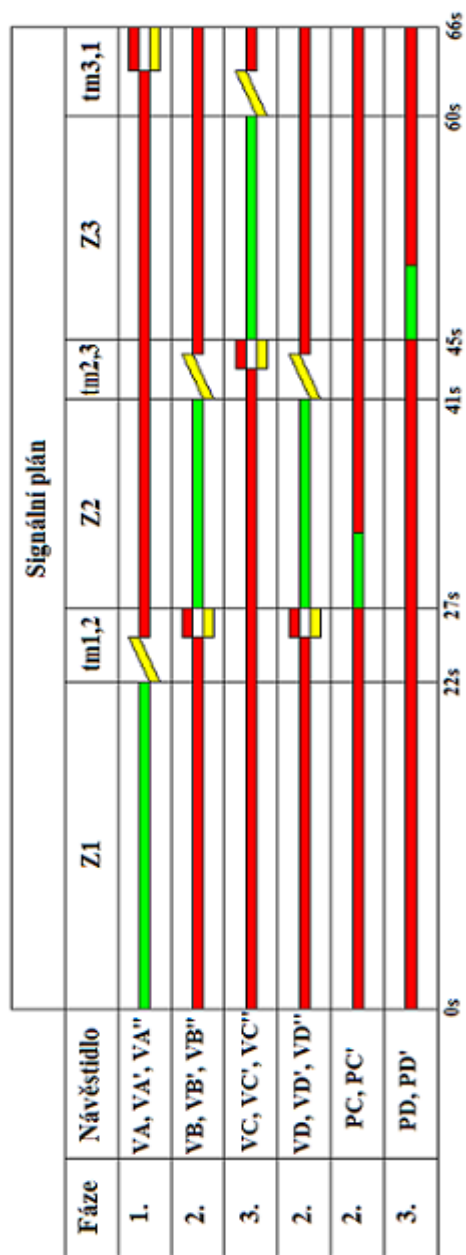
I_{CV} [j.v./h] ... celková intenzita vozidel.

Poloměr odbočení R

Měří se v ose trajektorie s výjimkou:

- vozidel jedoucích přímo $R = \infty$,
- pro levé odbočení ze společného řadícího pruhu a ovlivnění protisměrem $R = 1,5$.

Příloha I-K.: Signální plán křižovatky Výstavní - Halasova.



Přílohy II) Výkresová dokumentace

- 1A: Návrh okružní křižovatky
- 1B: Ověření průjezdnosti křižovatkou vlečnými křivkami ramen A-B, C-D
- 1C: Ověření průjezdnosti křižovatkou vlečnými křivkami ramen B-C, D-A
- 2A: Návrh řízené křižovatky SSZ.
- 2B: Ověření průjezdnosti křižovatkou vlečnými křivkami.

Přílohy III) Simulace provozu v programu PTV VISSIM

- a) Návrh okružní křižovatky
- b) Návrh křižovatky řízené SSZ